Der Sägeunfall unter besonderer Berücksichtigung der Handverletzung

Peter K. Kasper

1979

Aus dem Gerichtsmedizinischen Institut der
Universität München

Der Sägeunfall, unter besonderer Berücksichtigung der Handverletzung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Peter Kasper
aus München

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Spann
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6. 3. 1979

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535715_0058

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung

B. Vorbemerkungen

1. Die Säge, technische Details
2. Die Bedeutung des Sägeunfalls anhand statistischen Materials
3. Unfallursachen

C. Eigene Ergebnisse:
Auswertung der Unfallakten der Berufsgenossenschaften

1. Anteil der verschiedenen Sägemaschinen-Typen an den Sägeverletzungen insgesamt
2. Verletzungsarten bei Sägeunfällen
3. Verletzte Körperteile bei Sägeunfällen
4. Die Schwere der Verletzungen

D. Zusammenstellung aus der Literatur

1. Zu den Handverletzungen
2. Blutung
3. Sägespur

E. Zusammenfassung

F. Literaturverzeichnis

A. Einleitung

In der Rechtsmedizin kommen immer wieder Sägeunfälle zur Begutachtung, bei denen der Unfallmechanismus für die Beurteilung der Schädigung von Bedeutung ist. Es handelt sich dabei u.a. um Versicherungsgutachten, die bei Verletzungen angefertigt werden müssen, denen eine Selbstbeschädigung oder -verstümmelung zugrundeliegen könnte. Von Interesse sind hierbei einmal der Unfallhergang einer "normalen" Säge- bzw. Sägemaschinenverletzung, die Häufigkeit der Verletzungen bei bestimmten Sägen bzw. Sägemaschinentypen, und welche Körperteile davon besonders und auf welche Art betroffen sind, zum anderen, ob es dabei und inwiefern zur Blutung kommt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher zunächst mit dem Werkzeug, der Säge und insbesondere der Sägemaschine und ihren Bestandteilen. Anhand statistischen Materials wird dann die Bedeutung des Sägeunfalls innerhalb der Arbeitsunfälle herausgestellt. Um den Anteil der einzelnen Sägemaschinentypen an den zustandegekommenen Verletzungen zu bestimmen, untersuchten wir insgesamt 5.173 Arbeitsunfälle aus dem Bereich der ehemaligen Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft in den Jahren 1974/75.

Weiter stellten wir zusammen, welche Verletzungsarten bei Sägeunfällen vorkommen, welche Körperteile betroffen sind und in welcher Häufigkeit, differenziert nach den jeweiligen Sägemaschinentypen, die verschiedenen Verletzungen auftreten.

Für die Beurteilung der Schwere der Verletzungen bei den einzelnen Sägen diente uns der Anteil der entschädigten Unfälle bezogen auf die Gesamtzahl. Ein kurzer Abriß über die Unfallursachen wurde noch vorausgestellt, der die in der Literatur angeführten objektiven und subjektiven Momente des Sägeunfallhergangs schildert und zur Erklärung der Dominanz bestimmer Verletzungsarten oder bestimmter Körperverletzungen bei der einen oder anderen Sägemaschine beiträgt.

Näheres zu den Handverletzungen wurde aus der Literatur zusammengestellt, da uns darüber kein Material zur eigenen Untersuchung zur Verfügung stand.

Zudem wurde zur Frage der Blutung und der Identifizierung von Verletzungen als Sägeverletzung eine Literatursichtung vorgenommen, in der alle bisherigen Erkenntnisse darüber zusammengefaßt sind.

B. Vorbemerkungen

1 Die Säge, technische Details

Als Sägen bezeichnet man das spanabhebende Trennen von Werkstoffen (z.B. Holz, Stein, Kunststoffe, Metalle usw.).
Die Spanabnahme geschieht durch die auf einem Blatt (Sägeblatt) hintereinander angeordneten Schneiden (Sägezähne), die in Schnittrichtung bewegt werden müssen.
Beim Sägen von Hand arbeitet man meist auf Stoß, d.h. die Säge schneidet nur beim Vorschieben, bei Maschinensägen meist auf Zug.
Damit die vordringende Säge in der Schnittfuge nicht klemmt, werden die Blätter gewellt oder die Sägezähne geschränkt (schränken = nach links und rechts abwechselnd abgebogen), seltener gestaucht (= breiter gemacht als das Sägeblatt dick ist).

A) Handsägen:

nicht gespanntes Blatt	(Fuchsschwanz: (streifenförmiges Blatt, (Stich- oder Lochsäge: (dolchartiges Blatt, (Schrot- oder Waldsäge
eingespanntes Blatt in Holz- oder Stahlbügel	(Furniersäge: (Schneiden von Furnieren, (Laubsäge: (Ausschneiden beliebiger (Konturen aus dünnen Platten, (Dekupiersäge, (Gehrungssäge: (Ausführung von Gehrungs- (schnitten unter verschie- (denen Winkeln, (Klappsäge

B) Maschinensägen:

a. Mit periodischem = hin- und hergehenden Antrieb

Fuchsschwänze zum Quersägen von Baumstämmen

Gattersäge:
Sägeblätter, die in einem vertikal oder horizontal bewegten Rahmen eingespannt sind, dienen zum Zersägen von Baumstämmen in mehrere Bretter

Dekupiersägen

b. Mit kontinuierlicher Hauptbewegung

1. Bandsägen:
Mit Sägeblatt in Form eines endlosen Bandes, das über zwei Rollen gespannt ist

2. Kettensägen:
Anstelle eines Bandes eine Kette, deren Glieder nach außen als Sägezähne ausgebildet sind

3. Kreissägen:
Tischkreissäge:
Längs- und Querschnitt, mit rundem, scheibenförmigem Blatt

Besäumsägen:
Dient zum Beschneiden der Kanten von Brettern und Bohlen

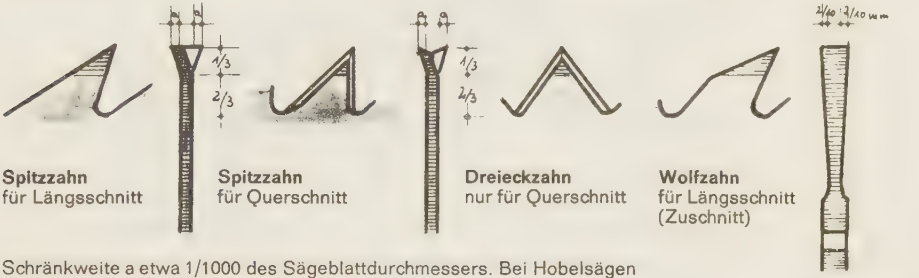
Pendelsägen:
Das Sägeblatt befindet sich an einem im oberen oder unteren Drehpunkt schwenkbaren Rahmen, der mit Handgriff gegen das Holz geführt wird

Handkreissägemaschinen

11 Das Sägeblatt wird heutzutage fast ausschließlich mittels Elektromotor angetrieben.
Andere Antriebsarten sind z.B. in Sägemühlen Wasser- bzw. Dampfkraft und bei Handsägemaschinen Explosionsmotoren.

111 **KREISSÄGEBLÄTTER**

Zahnformen für Stahl-Sägeblätter (maximale Schnittgeschwindigkeit v = 70 m/s)



Spitzzahn für Längsschnitt

Spitzzahn für Querschnitt

Dreieckzahn nur für Querschnitt

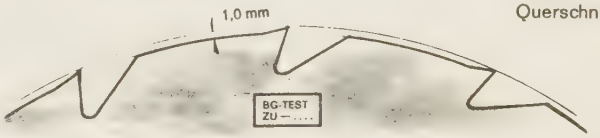
Wolfzahn für Längsschnitt (Zuschnitt)

Hobelsäge nur für Querschnitt

Schränkweite a etwa 1/1000 des Sägeblattdurchmessers. Bei Hobelsägen ca. 2/10 mm Hohlschliff.

RS-Sägeblatt mit Spandickenbegrenzung, rückschlagarm

Zuschneidsäge, besonders für Handvorschub geeignet!



Zahnformen für Hartmetall-Sägeblätter (maximale Schnittgeschwindigkeit v = 120 m/s)

Wolfszahnung als Schneidplattenträger

a) b) c) d)

Hartmetallsägeblatt mit Spandickenbegrenzung

a) für Längsschnitt

b) für Querschnitt

c) für beschichtete Platten

d) für Kunststoffe

Hartmetallsägeblätter bestehen aus einem ungehärteten Stahlkörper mit aufgelöteten Hartmetallplättchen, deren Form sich nach dem Verwendungszweck richtet.

Sägeblätter, die auf Arbeitssicherheit geprüft werden, haben Spandickenbegrenzung und sind daher rückschlagsarm.

Die Schnittgeschwindigkeit hängt von der Werkstoffgüte des Sägeblattes ab und von der Qualität des zu durchschneidenden Holzes. Die günstigen Schnittgeschwindigkeiten für verschiedene Holzarten und bestimmte Werkstoffgüte gibt Tabelle 1 an:

Tab.1

	Chrom-Vanadium-Stahl	Hartemetall-bestückt
Weichholz	60-70	70-100 m/sec
Hartholz	60-70	70-100 m/sec
Spanplatten		50- 90 m/sec
Kunststoff		40- 60 m/sec

Die Schnittgeschwindigkeit wird mit der Formel

$$v = \frac{\quad}{60}$$

berechnet.

Faustformeln sind: (v in m/sec)

a. $v = r\ cm \cdot \frac{n}{1000}$

b. $n = \frac{v}{r\ cm} \cdot 1000$

c. $r\ cm = \frac{v \cdot 1000}{n}$

n = Maschinen-Drehzahl in U/min

= Verhältniszahl 3,14

v = Geschwindigkeit in m/s

d = Durchmesser in cm

r = Radius des Blattes in cm

60 = Umrechnungsfaktor von min auf sec

111 Die S c h n i t t g ü t e eines Sägeblattes ist abhängig von der Zahl der Zähne und der Zahnform.
Die Spitzwinkelzahnung hat sich bei Längs- und Querschnitten bewährt, bei überwiegendem Längsschnitt kommt das Sägeblatt mit Wolfszähnen zur Anwendung.
Vielzahnige Sägeblätter werden bei kunststoffbeschichteten Platten vorgezogen.
Hartmetallbestückte Sägeblätter sind dauerhafter, aber auch sehr schlagempfindlich, während die Sägeblätter aus Hochleistungs-Schnellarbeits-Stahl (HSS-Sägeblätter), die zur Metallbearbeitung herangezogen werden, für die Holzverarbeitung wegen ihrer Härte ungeeignet, da schon geringer seitlicher Druck, wie etwa beim Verkanten des Werkstückes bei der Zuführung, zum Bruch des Sägeblattes führt.

2 Die Bedeutung des Sägeunfalls anhand statistischen Materials

21 Die Zahl aller bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften im Jahre 1974 angezeigten Arbeitsunfälle (Arbeitsunfälle im engeren Sinn und Wegeunfälle) betrug 1.783.935. (1)

91,4% sind davon als Arbeitsunfälle und der Rest als Wegeunfälle einzustufen. Bei einer Gliederung der Unfälle nach dem Geschlecht entfallen bei den gemeldeten Fällen 84,6% auf Männer und 15,4% auf Frauen.

Auf je 100.000 männliche Beschäftigte bezogen, kamen im Jahre 1974 12.204, auf die gleiche Anzahl Frauen 3.837 angezeigte Unfälle. Das besagt, daß die Unfallhäufigkeit der Männer im Durchschnitt 3,2mal so groß ist wie die der Frauen (aus Unfallanalyse 1974 Dr.Ing.Wolfgang Abt). (1)

22 An S ä g e m a s c h i n e n (jeglicher Art zur Be- und Verarbeitung von Metall, Holz, Kunststoff, Stein u.a. Werkstoffen) ereigneten sich

1974: 27.867 Unfälle = 1,6% der Unfallanzeigen

1975: 25.830 Unfälle = 1,7% der Unfallanzeigen

(2)

Die Bedeutung der Sägemaschinenunfälle erklärt die Relation zu Arbeitsmaschinenunfällen insgesamt, die im Jahre 1946 - 1950 im Bereich der Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft (SHBG) 48,0% erreichte. (3)

In anderen Berufszweigen entsprechend der Anzahl der verwendeten Sägemaschinen weniger.
So war der Anteil der Sägemaschinenunfälle

1948 - 1950 18,3% in der Hess.Nass.Landw.Ber.-Gen.

1946 - 1950 30,5% in der Hann.Landw.Ber.-Gen.

1950 35,5% in der Hann.Bau-Ber.-Gen.

Die Fleischereiberufsgenossenschaft (4) hat ebenfalls einen hohen Prozentsatz von Sägemaschinenunfällen aufzuweisen, der im Schnitt in den Jahren 1966 - 1973 20% der Maschinenunfälle in ihrem Bereich beträgt (siehe Tabelle 2).

Innerhalb der Süddeutschen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft ereigneten sich

- 1973 203.494 Arbeitsunfälle,
  davon 756 an Sägen, d.h. 0,37%

- 1974 178.625 Arbeitsunfälle,
  davon 1.936 an Sägen, d.h. 1,08%

- 1975 149.280 Arbeitsunfälle,
  davon 1.703 an Sägen, d.h. 1,14%

Die Süddeutsche HBG meldet in den Jahren 1955 11.163 Unfälle, die von Arbeitsmaschinen, die Holz- und Schnitzstoffe bearbeiten, verursacht wurden, von insgesamt 11.779 Unfällen mit Arbeitsmaschinen, d.h. ca. 100%, im Jahre 65/70/72/73 sind es 8.875 zu 9.994 / 7.133 zu 7.945 / 6.910 zu 7.707 / 6.784 zu 7.582, d.h. 88,8% / 89,7% / 89,6% / 89,4%.

Im Jahre 1974 betrug die Anzahl der Unfälle, die von Maschinen für die Holzverarbeitung ausgelöst wurden, 5.858, was einem Prozentsatz von 84,8% aller Arbeitsmaschinenunfälle im Bereich der ehemaligen SHBG entspricht. Allerdings ist hierbei nicht näher aufgegliedert nach Säge- und Fräsmaschinen.

Tab.2

Unfallstatistik der Fleischerei-BG.:

	Maschinenunfälle insgesamt	Sägeunfälle insgesamt	%
1966	4.627	1.120	24,3
1967	4.580	981	21,5
1968	5.003	1.170	23,4
1969	5.131	1.120	21,8
1970	5.340	1.114	20,8
1971	5.537	1.127	20,4
1972	5.371	1.110	20,7
1973	5.288	1.016	19,2

In Relation zu allen gemeldeten Unfällen im Bereich der SHBG imponiert der Holzsägemaschinenunfall mit 25,8%.

23 Bei klinischen Untersuchungen im Jahre 76/77 in der Chirurgischen Uniklinik Göttingen waren 19,3% von Maschinenverletzungen an Kreissägen entstanden, 2,3% aller dort bekannten Verletzungen. .(3)

Die angeführten Zahlen verdeutlichen den beträchtlichen Stellenwert der Sägeverletzungen sowohl innerhalb der Arbeitsunfälle als auch im klinischen Untersuchungsgut.

3 Unfallursachen

Aus der Spezifik des Sägevorgangs

A) es wird mit einem inhomogenen Werkstück gearbeitet,

B) die Zuführung erfolgt meist bei Hand, der Arbeiter steht also im unmittelbaren Gefahrenbereich,

C) die Schnittgeschwindigkeit ist sehr hoch, d.h. der Rückschlag erfolgt so rasch, daß ein Ausweichen nicht möglich ist

lassen sich drei Arten des Unfallhergangs erschließen: (5)

1. Der Werkstückrückschlag
2. Verletzung durch abgeschleuderte Werkzeugteile bei Werkzeugbruch
3. Berührung des Werkzeugs (vor allem Sägeblatt) beim oder nach dem Arbeitsvorgang.

Als Ursache für die genannten Unfallarten kommen nun drei Faktoren in Betracht:

a. Mängel bzw. spezifische Unfallgefahren am Objekt, der Maschine (also fehlende Sicherheitsvorrichtungen, abgenutzte Teile etc.)

b. Die sogenannten "äußeren Faktoren" (STUCKE, BAYREUTHER)

c. Subjektive Faktoren des Sägeunfalls.

Im folgenden werden zunächst die je spezifischen Unfallgefahren bzw. Mängel der Maschinen an den am häufigsten gebrauchten Sägemaschinentypen aufgezeigt:

31 Mängel der Maschinen

A) Tischkreissägemaschinen

Die Berührung des Zahnkranzes des Sägeblatts ist die häufigste Unfallursache (-gefahr) bei der Tischkreissäge. Der gesamte Zahnkranz sollte daher verdeckt sein, was meistens durch eine verstellbare Schutzhaube über dem Tisch und eine Blechverkleidung unter dem Tisch geschieht. Da die Schutzhaube aber gegen ein Heruntergleiten auf das Sägeblatt meist nur mit einer Flügelschraube gesichert ist, die am Spaltkeil befestigt ist und einem Sicherungsstift, der auf dem Spaltkeil aufliegt, kann es bei Lockerung der Flügelschraube oder Abbrechen des dünneren Sicherungsstiftes (siehe Abbildung 2) zu schweren Augen-und Kopfverletzungen auch mit Todesfolge kommen, die durch die in Richtung des Anwenders geschleuderten Bruchstücke der zerstörten Spanschutzhaube bewirkt wurden.

Bei nicht vorhandenem Spaltkeil, der die Schnittfuge offenhalten soll, damit sich das Werkstück nicht verklemmt, schleudern die aufsteigenden Sägezähne das Holzstück in Richtung Benutzer, was schwere Rumpf- und Kopfverletzungen zur Folge hat.

Eine weitere Gefahrenquelle stellen beschädigte oder rissige Sägeblätter dar, besonders dann, wenn ausgerissene Sägezähne oder abgeborchene Teile wieder angelötet wurden.

B) Handkreissägemaschinen

Zum Unfall kommt es hier in den meisten Fällen durch Berührung des ungeschützten Sägeblattes und den Rückschlag der Maschine bei Verklemmung.
Das Fehlen einer beweglichen Verkleidung des Sägeblattes oder deren automatischer Schließvorrichtung ist dafür in vielen Fällen verantwortlich, wie auch der fehlende Spaltkeil der für Handkreissägen von einer Schnittiefe von mehr als 18 mm vorgeschrieben wird.
Der elektrische Antrieb der Handkreissägen verlangt besondere Sicherungsmaßnahmen (schutzisolierte Maschinen, isolierte Stromzuleitungen, CEE-Stecker),die den Stromunfall verhüten helfen.

C) Handkettensägen

Hauptgefahr bildet das Verklemmen der Sägekette im Werkstück. Die ruckartige Abbremsung der Kette im Werkstück läßt das Schwert hochschlagen und kann zu schweren Verletzungen führen. Ursache dafür ist einmal die zu große Schnittiefe einiger Maschinen oder zu starke Abnutzung der Sägezähne.

D) Tischbandsägen

Die fehlende oder mangelhafte Verkleidung des Sägeblattes ist hier Unfallursache Nummer 1. Außerdem muß das Herausschlagen gerissener Sägeblätter durch die Anbringung eines Fangbügels verhindert werden.
Eine weitere Unfallgefahr bedeuten schadhafte oder mangelhaft aneinander geschweißte oder gelötete Bänder.

32 Die sog. "äußeren Faktoren" der Unfallentstehung (3)

A) Lohnsystem

Die verschiedenen Arten des Lohnes - Akkordlohn und Stücklohn - führen zweifelsohne zu nicht immer sachgemäßen Anstrengungen des Arbeiters, sein Einkommen zu vergrößern. Unfallschutzvorrichtungen werden nicht betätigt, um Zeit zu sparen und Unfallschutzkleidung (Handschuhe, Helme etc.) wird nicht getragen, weil "ohne Handschuhe schneller gearbeitet werden kann".

B) Größe der Betriebe

Erfahrungsgemäß wird der Unfallschutz in kleineren Betrieben eher vernachlässigt als in größeren, die bei der Größe ihres Kapitals eigene Aufsichtsüersonen oder Unfallverantwortliche haben, die auf Einhaltung der Vorschriften achten.

C) Länge der Arbeitszeit

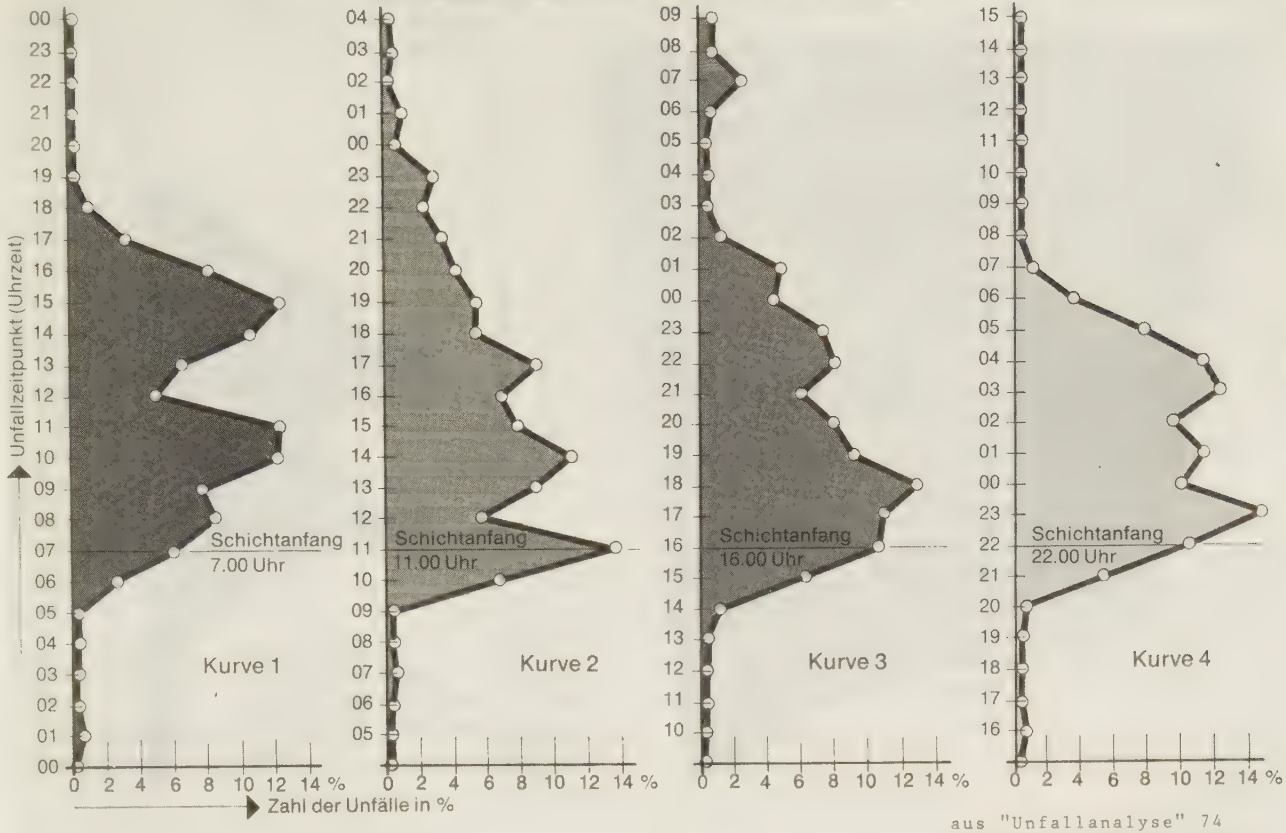
Dicht proportional zur Länge der Arbeitszeit steigen die Unfallzahlen, die Länge und Verteilung der Pausen macht sich ebenfalls in der Unfallstatistik bemerkbar.

D) Jahres-, Wochen- und Tageszeiten

Aus den Untersuchungen läßt sich ein frühsommerliches Maximum und winterliches Minimum feststellen, was weitgehend der konjunkturellen Auftragslage der Holzindustrie entspricht. Von den Wochentagen imponiert der Montag als der unfallträchtigste Tag (siehe Abbildung 3).

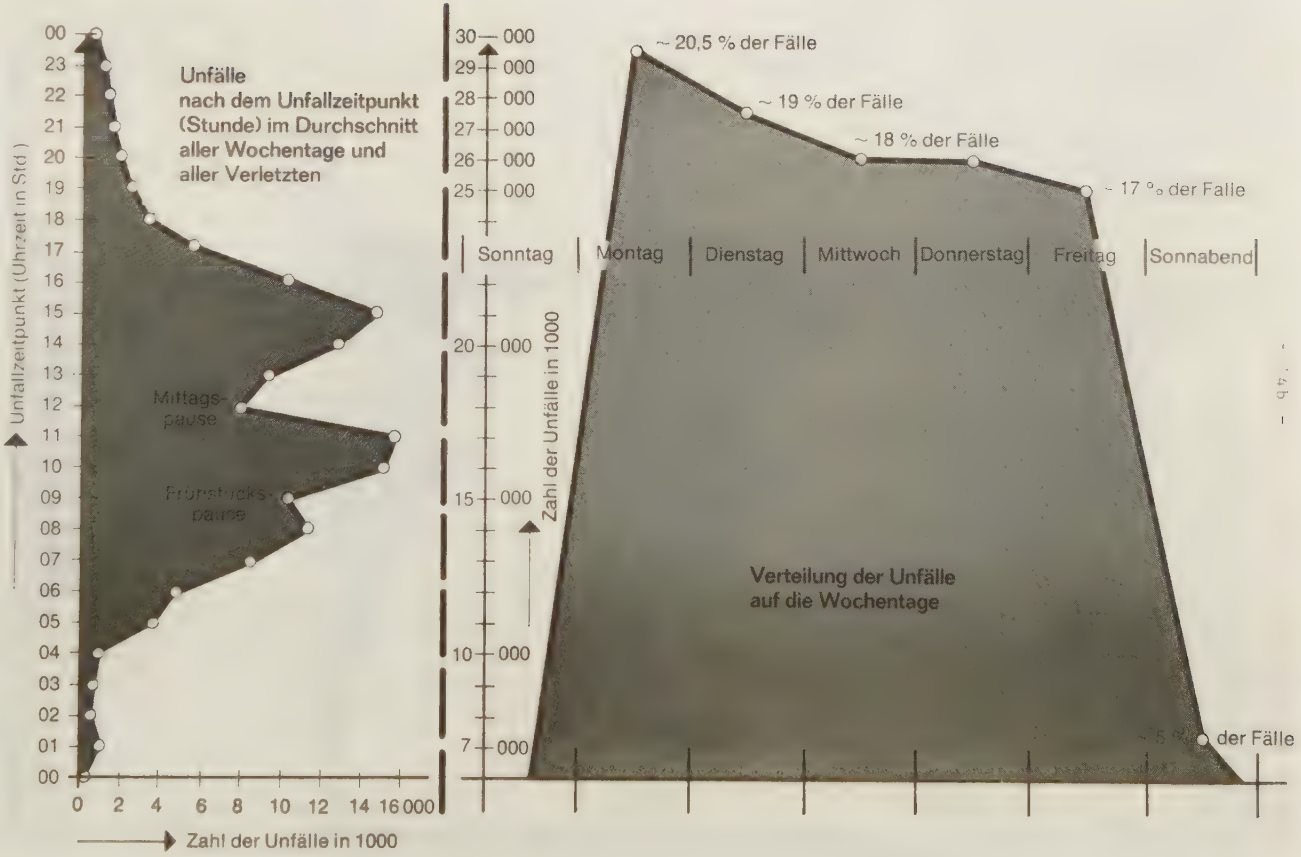
Abbildung 2

Relativierte Unfallverteilung in % mit Bezug auf 4 ausgewählte Zeiten des regulären Beginns der Arbeitszeit (= Schichtanfang)



aus "Unfallanalyse" 74
Schriftenreihe des Hauptverbandes der Gew.Berufsgenossenschaften. Juli 76

Abbildung 3


Unfälle
nach dem Unfallzeitpunkt
(Stunde) im Durchschnitt
aller Wochentage und
aller Verletzten
Unfallzeitpunkt (Uhrzeit in Std.)
00 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 09 08 07 06 05 04 03 02 01 00
Mittags-
pause
Frühstücks-
pause
0 2 4 6 8 10 12 14 16 000
Zahl der Unfälle in 1000
30 000
29 000
28 000
27 000
26 000
25 000
20 000
15 000
10 000
7 000
Zahl der Unfälle in 1000
~ 20,5 % der Fälle
~ 19 % der Fälle
~ 18 % der Fälle
~ 17 % der Fälle
Sonntag
Montag
Dienstag
Mittwoch
Donnerstag
Freitag
Sonnabend
Verteilung der Unfälle
auf die Wochentage
~ 5 % der Fälle

Die Unfallkurve für den Verlauf eines Tages (siehe Abbildung 3) zeigt, daß das Tagesmaximum in den späten Nachmittagsstunden liegt, kurz vor dem Ende jeder Schicht ein Gipfel liegt infolge der Ermüdung durch die anhaltende Arbeitsverausgabung. (1)

E) Lebensalter und Berufsbildung

Aus Untersuchungen von STUCKE/BAYREUTHER 1950 aus statistischem Material der Bau-Berufsgenossenschaft Wuppertal - Elberfeld ergab sich, daß die jungen Jahrgänge "durch Ablenkung, Unvorsichtigkeit und mangelnde Sorgfalt besonders gefährdet sind. Mit wachsender Erfahrung nimmt die Unfallneigung im reifen Mannesalter ab, um mit nachlassender Leistungsfähigkeit in den höheren Altersklassen wieder anzusteigen.

33 Subjektive Faktoren des Sägeunfalls

331 Der berufsfremde Arbeiter ist beim Hantieren mit Sägemaschinen aller Art natürlich besonders gefährdet. (3)

332 Nichtbenutzung der Sicherheitsvorrichtungen und Nichtbeachtung der Sicherheitsbestimmungen bei den einzelnen Sägen sind weitere Faktoren der Unfallentstehung:

So ist z.B. bei der Kreissägemaschine das Werkstück mit beiden Händen zu führen und in der Nähe des Kreissägeblattes muß mit einem Schiebestock oder einem Stoßholz nachgeschoben werden. Beim Schneiden von Keilen ist eine Keilschneidelade zu verwenden. Beim Querschneiden schmaler Werkstücke empfielt sich ein Abweiskeil. Das Entfernen von Holzresten mit der Hand in der Nähe des Sägeblattes führt immer wieder zu Unfällen, ebenso das Abbremsen auslaufender Sägeblätter durch seitliches Gegendrücken.

Handkreissägen müssen dem Werkstück zugeführt werden. Das Werkstück muß daher bei der Bearbeitung sicher aufliegen und gegen Abrutschen und Kippen gesichert sein.
Die Handkreissäge ist bereits vor dem Einschalten auf die entsprechende Schnitttiefe einzustellen. Sie darf erst kurz vor dem Ansetzen an das Werkstück eingeschaltet werden. Nach dem Arbeitsgang ist sie sofort wieder abzuschalten und an sicherer Stelle abzulegen (Stoßergefahr).

Handkreissägen müssen bei jedem Arbeitsgang fest in die Hand genommen und ruhig geführt werden, damit sich das Sägeblatt nicht im Werkstück verklemmt. Der Vorschub soll möglichst gleichmäßig erfolgen, Kippbewegungen sind zu vermeiden.

Handkettensägen dürfen nicht bei laufender Sägekette transportiert werden.

Bei den Tischbandsägen muß darauf geachtet werden, daß beim Querschneiden von Rundhölzern die Hände leicht an das Sägeblatt geraten können, weil das Rundholz sich bei der Berührung des Sägeblattes plötzlich zu drehen beginnt. Das Verdrehen des Werkstückes läßt sich durch die Benutzung von Keilstützen, die mit Dornen versehen sind, sicher verhindern. (5)

C. Eigene Ergebnisse:
Auswertung der Unfallakten der Berufsgenossenschaften

I Um den Anteil der verschiedenen Sägemaschinentypen an den zustandegekommenen Verletzungen und ihre Art zu ermitteln, worüber in der Literatur bislang nur von STUCKE und BAYREUTHER 1955 berichtet wurde, allerdings in Beschränkung auf die Unterteilung Kreissäge, Bandsäge, Gattersäge, untersuchten wir insgesamt 5.173 (74: 2.640, 75: 2.533) Arbeitsunfälle aus den Jahren 74/75 im Bereich der ehemaligen Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft.

II Den mit großem Abstand bedeutendsten Anteil am Unfallgeschehen hat die Kreissägemaschine mit 75,676% im Jahre 74 und 77,414% im Jahre 75, was seinen Grund sicher zunächst darin hat, daß fast jeder Betrieb im Bereich der SHBG über Kreissägemaschinen verfügt. Sie sind die am meisten benutzten Maschinen der Holzbearbeitung. Ein weiterer Grund allerdings ist, wie an anderer Stelle erläutert, die Tatsache, daß bei dieser Maschine am häufigsten die erforderlichen Arbeits- und Schutzvorrichtungen fehlen.
(Nach einer Übersicht über die im Jahre 73 in Zimmereibetrieben der Bayerischen Bau-Berufsgenossenschaft angetroffenen Kreissägen mußte jede vierte (!) der in den Betrieben vorhandenen Kreissägen beanstandet werden. In den meisten Fällen fehlten Schutz- und Arbeitsvorrichtungen oder wiesen Mängel auf.) (5)

III Innerhalb der Kreissägemaschinen steht die Tisch- und Einblattformatkreissägemaschinen an erster Stelle der Unfallhäufigkeit.
1974 waren es 49,12%, 1975 52,62% aller Unfälle mit Sägemaschinen, die mit Tischkreissägemaschinen verursacht wurden.
Ihr Anteil bezogen auf alle Kreissägemaschinen-Unfälle betrug 1974: 64,91% und 1975: 67,97%.

12 Die übrigen Kreissägemschinen sind in weit geringerem Maße beteiligt, und zwar in der Reihenfolge Pendel-, Kapp-, Auslegerkreissägemaschine mit ca.6% Sägemaschinenunfälle (Durchschnitt der Jahre 74/75) bezogen auf alle Sägemaschinenunfälle, 8,60% Kreissägemaschinenunfälle im Verhältnis zu allen Kreissägemaschinenunfälle, die Handkreissägemaschinen mit 3,92% Sägeunfällen bzw. 5,1% Kreissägemaschinenunfälle; die Doppelabkürzkreissägemaschine mit 3,86% Sägeunfällen bzw. 5,05% Kreissägemaschinenunfälle, die Mehrblattkreissägemaschine mit 2,80% Sägeunfällen bzw. 3,66% Kreissägemaschinenunfälle, die Besäumkreissägemaschine mit 2,41% Sägeunfällen bzw. 3,15% Kreissägemaschinenunfälle, die Plattenaufteilkreissägemaschine mit 1,56% Sägeunfällen bzw. 2,04% Kreissägemaschinenunfälle, die Gehrungskreissägemaschine mit 1,06% Sägeunfällen bzw. 1,38% Kreissägemaschinenunfälle und die Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine mit 0,34% Sägeunfällen bzw. 0,45% Kreissägemaschinenunfälle.

13 Der Bandsägemaschinenunfall rangiert mit 9,27% der Sägeunfälle im Jahre 1974 und 8,72% der Sägeunfälle im Jahre 1975 an 2.Stelle.

Von den Bandsägemaschinen ist die Tischbandsägemaschine am unfallträchtigsten mit 7,86% aller Sägemaschinenunfälle und 87,33% aller Bandsägemaschinenunfälle.

Während die Trennbandsägemaschinen mit 0,56% aller Sägemaschinenunfälle und 6,4% aller Bandsägemaschinenunfällen und die Blockbandsägemaschinen mit 0,56% aller Sägeunfälle und 6,22% aller Bandsägemaschinenunfällen nur geringen Anteil am Sägeunfallgeschehen haben.

14 5,2% aller Sägeunfälle werden mit Kettensägemaschinen verursacht (im Jahre 1974 und im Jahre 1975).

15 Bei den Gattersägemaschinen mit 4,77% aller Sägeunfälle im Jahre 1974 und 4,46% aller Sägeunfälle im Jahre 1975 imponierte das Vertikalgatter mit 4,56% aller Sägeunfälle und 98,74% aller Gattersägemaschinenunfälle, während das Horizontalgatter nur 0,05% aller Sägeunfälle und 1,25% aller Gattersägemaschinenunfällen aufweist.

16 Sonstige Holzbearbeitungsmaschinen machten im Jahre 1974 5,03% und im Jahre 1975 4,14% aller Sägeunfälle aus.

2 Verletzungsarten bei Sägeunfällen

Die Reihenfolge, in der die Verletzungsarten und die verletzten Körperteile aufgeführt sind, entspricht der Gliederung im Schrifttum der Berufsgenossenschaft.
Die einzelnen Verletzungsarten schließen sich gegenseitig aus, d.h. die unter 7. offene Knochenbrüche geführten Unfälle, die selbstverständlich mit einer Zerreißung einhergehen, sind unter 5. Zerreißung nicht mehr aufgenommen.

21 Nur in einem Fall aller von uns untersuchten Sägemaschinenunfälle aus den Jahren 1974/75 kam es zu einer Commotio.
Dieser Unfall geschah an einem Vertikalgatter und ist auf einen Holzrückschlag zurückzuführen, der ja nur bei Längsschnitten vorkommt.

22 Contusionen, 9,65% aller Sägeunfälle (worunter alle Formen der Prellung und Quetschung u.ä. gerechnet wurden), fanden sich bei 17 Sägemaschinenarten im Jahr 1974 (Ausnahme: Dekupiersägemaschine) und 16 Sägemaschinenarten im Jahr 1975 (Ausnahme: Dekupiersägemaschine und Horizontalgatter).

31,2% (32,5% im Jahr 1975) der Contusionen entfielen auf die Tischkreissägemaschine, 17,7% (16,7% im Jahr 1975) auf das Vertikalgatter (innerhalb der Vertikalgatter-Unfälle sind das 30,9%!), 8,3% (9,8% im Jahr 1975) auf die Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine.

Es folgen mit 7,5% (8,3% im Jahr 1975) die Besäumkreissägemaschinen, mit 7,5% bzw. 2,9% die sonstigen Kreissägemaschinen, mit 7,1% bzw. 8,3% die Mehrblattkreissägemaschinen, mit 4,7% bzw. 6,8% die Plattenaufteilkreissägemaschinen. Die weitere Reihenfolge (Prozentzahlen in Klammern, geordnet nach 1974/1975):

- Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge 3,5%/0,5%
- Handkreissägemaschinen 2,7%/0,9%
- Tischbandsägemaschinen 2,3%/3,9%
- Kettensägemaschinen 2,3%/0,9%
- Doppelabkurzkreissägemaschinen 1,9%/4,4%
- Bauholz- und Schwellenkreissägemaschinen 1,1%/0,5%
- Blockbandsägemaschinen 0,8%/0,9%
- Trennbandsägemaschinen 0,8%/0,9%
- Gehrungskreissägemaschinen 0,4%/0,9%
- Horizontalgatter 0,4%/0 %

Bei dieser zweithäufigsten Verletzungsart als Folge eines Sägeunfalls sind also in großem Abstand die Tischkreissägemaschinen Unfallverursacher Nummer 1.

23 Distorsion

Von den uns bekannten 11 Fällen aus dem Jahr 1974 und 9 Fällen aus dem Jahr 1975 entfielen 7 (2%/5%) auf die Tisch- und Einblattformatkreissägemaschine, das sind 35%.

Je 2, das sind 10%, auf Doppelkurzkreissägemaschinen, Plattenaufteilkreissägemaschine Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschinen, Mehrblattkriessägemaschinen und Vertikalgatter. Mit einem Sägeunfall, in etwa 5%, folgen Bauholz- und Schwellenkreissägemaschinen, Blockbandsägemaschinen und Holzbearbeitungsmaschinen-Werkzeuge.

Zu einer Distorsion kommt es folglich nur in Ausnahmefällen (0,41% aller Sägeunfälle im Jahr 1974) bei der Sägearbeit und dann zumeist an den Kreissägemaschinen, besonders an der Tischkreissägemaschine. Unmittelbare Ursache ist zumeist eine Ausweichbewegung, Wegrutschen auf Spänen oder sekundäre Begleiterscheinungen bei einem Erfassen von Kleidern oder Gliedern durch das Sägeblatt.

24 Luxation

Diese bei Sägeverletzungen sehr seltene Verletzungsart (0,11% aller Sägeunfälle im Jahr 1975) konnte in den Jahren 1974/75 nur bei 8 Fällen dokumentiert werden, 6 Fälle oder 75% ereigneten sich an der Tischkreissägemaschine, je ein Fall (beide 1974) an "sonstige Kreissägemaschinen" und Vertikalgatter.

Als Unfallursache kommen die schon unter 3.) erwähnten Punkte in Frage: Erfassen eines Gliedes oder Kleidstückes und sekundäre Luxation, ungeschichtete Ausweichbewegung bei drohendem Unfall, Wegrutschen und Sturz auf Hand etc. Die vermehrte Häufigkeit bei der Tischkreissägemaschine beruht auf deren quantitativ weitaus dominierenden Rolle bei der Holzverarbeitung.

25 Zerreißung

Die typische Sägemaschinenverletzung ist die Riß-(Quetsch)wunde. Wir fanden bei einem Untersuchungsgut von 2.621 Sägeverletzungen im Jahr 1974 und 2.589 Sägeverletzungen im Jahr 1975 insgesamt 4.463 "Zerreißungen" (2.219 im Jahr 1974, 2.244 im Jahr 1975), also 85,66% aller Sägeverletzungen.
Der Hauptanteil kommt dabei der Tischkreissägemaschine zu mit 51,3% (1974) bzw. 54,8% (1975) der Zerreißungen. Mit 9,1% bzw. 8,1% folgt die Tischbandsägemaschine, mit 6,1% bzw. 5,9% die Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine, mit 5,7% (1974 und 1975) die Kettensägemaschine, alle restlichen Sägemaschinen mit unter 5%.

Die große Anzahl dieser Verletzungsart insgesamt und besonders bei der Tischkreissägemaschine ist auf die unmittelbare Blattberührung zurückzuführen und damit die Bedeutung der Sicherung des Sägeblattes unterstrichen, umgekehrt die ungenügende Unfallsicherung besonders bei diesen Sägen demonstriert.

26 Geschlossener Knochenbruch

2,28% im Jahr 1974 bzw. 2,81% im Jahr 1975 der Sägeunfälle sind geschlossene Knochenbrüche.

Hauptverursacher sind auch hier die Tischkreissägemaschinen mit 40,0% (1974) bzw. 32,8% (1975), gefolgt von Vertikalgatter mit 20% bzw. 13%; 9,02% (Mittel 1974/75), Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschinen, 6,01% sonstige Kreissägemaschinen, 6,01% Besäumkreissägemaschinen, 5,26% Handkreissägemaschinen, 5,26% Mehrblattkreissägemaschinen; 3,0% Plattenaufteilkreissägemaschinen und Tischbandsägemaschinen, 1,5% Blockband- und je ein Sägeunfall = 0,75% entfielen auf Doppelabkurzkreissägemaschinen und Gehrungskreissägemaschinen.
Ursachen für derartige Verletzungen sind neben Ausrutschen etc. das Wegschleudern von Maschinenteilen bei Bruch oder von Werkstücken.

Die Verteilung auf die einzelnen Sägemaschinen entspricht in etwa der Häufigkeit mit der alle Arten von Sägeunfällen insgesamt bei den einzelnen Sägemaschinenarten auftreten, es kann also keine besondere Affinität bestimmter Sägemaschinenarten bei diesem Verletzungstypus konstatiert werden.

27 Offener Knochenbruch

0,91% (1974) bzw. 0,65% (1975) der Sägeunfälle sind offene Knochenbrüche. Dominierend auch hier die Tischkreissägemaschine mit 66,6% bzw. 52,9% (1975). In weitem Abstand folgen (1974/75 Gesamt) mit 7,31% die Mehrblattkreissägemaschine, mit 4,87% die Pendel-Kapp-Kreissägemaschine, das Vertikalgatter, die Tischbandsägemaschine und mit 2,4% (= 1 Sägeunfall in 2 Jahren), Doppelabkürzkreissägemaschine, Plattenaufteilkreissägemaschine, Gehrungskreissägemaschine, Besäumkreissägemaschine, Handkreissägemaschine und Kettensägemaschine.

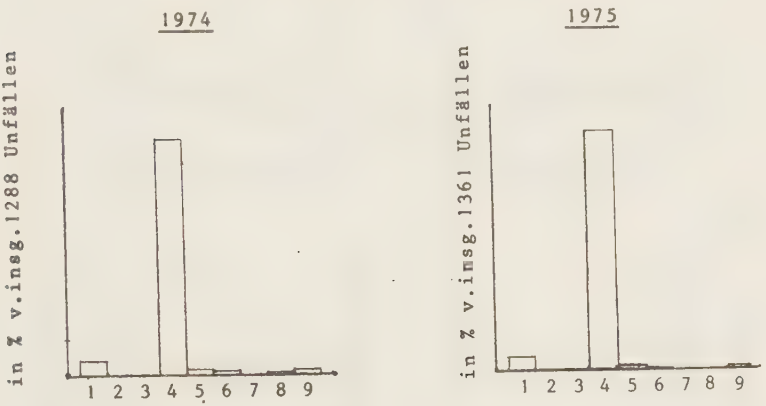
28 Sonstige Verletzungen (z.B. Stromeinwirkung)

Von insgesamt 61 unter diese Rubrik eingeordneter Verletzungen entfielen auf die Tischkreissägemaschine, 35 also gut 57,37% und auf die Handkreissägemaschine mit 5 Verletzungen, also 8,19%. Dieser 2.Platz ist sicher auf Verletzungen infolge von Stromeinwirkung zurückzuführen.

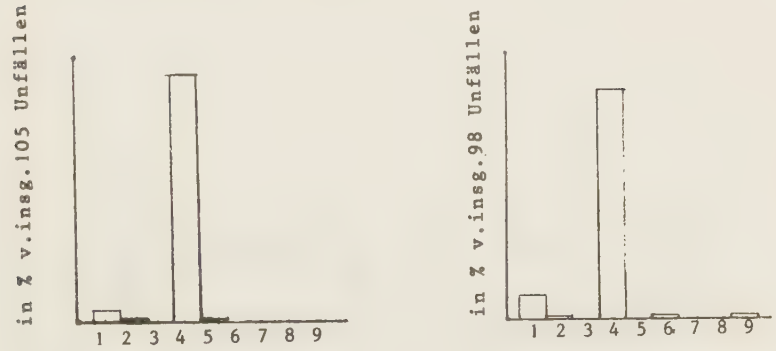
Tabellarischer Anhang zu C 2:

VERLETZUNGSARTEN bei den

Tisch- und Einblattformatkreissägemaschinen



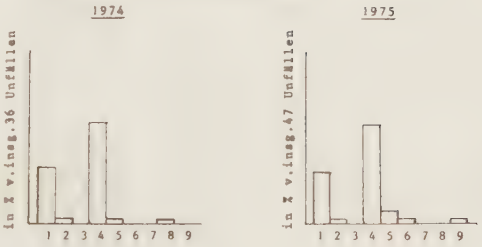
Doppelabkurzkreissägemaschinen



0 = Commotio (alle Formen von Erschütterungen)
1 = Contusio (alle Formen von Prellungen, Quetschungen u.ä.)
2 = Distorsion
3 = Luxation
4 = Zerreißung (alle Formen offener u. geschlossener Zerreißungen v. Geweben u. Organen, z.B. Wunden, Muskel-, Bänder- und Sehnenzerreißungen, traumatische Gliedverluste, Zermalmung, Zerreißung von Organen, z.B. Milzruptur, Hernien u.ä.)
5 = Geschlossener Knochenbruch
6 = Offener Knochenburch
7 = Verbrennung, Erfrierung, Verbrühung, Verätzung, Verstrahlung
8 = Infektion, Vergiftung (außer BK)
9 = Sonstige Verletzungen (z.B. Ersticken, Ertrinken, Verbluten usw.

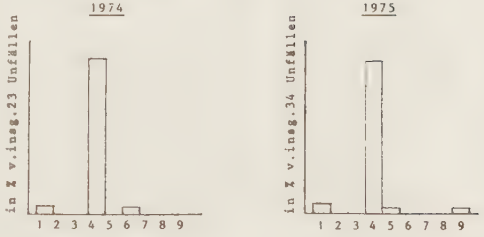
VERLETZUNGSARTEN bei der

Plattenaufteilkreissägemaschine

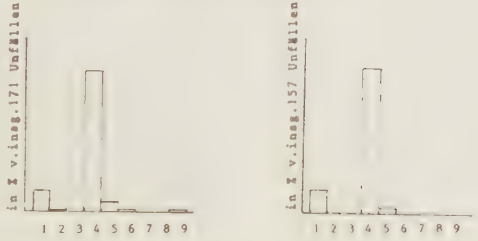


VERLETZUNGSARTEN bei der

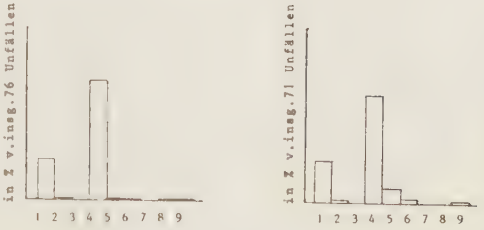
Gehrungskreissägemaschine



Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine

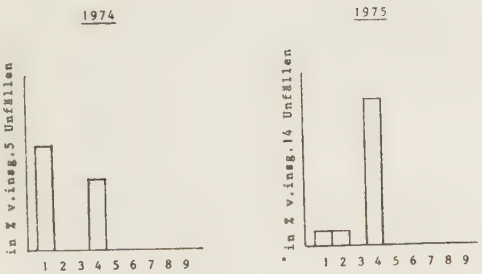


Mehrblattkreissägemaschine

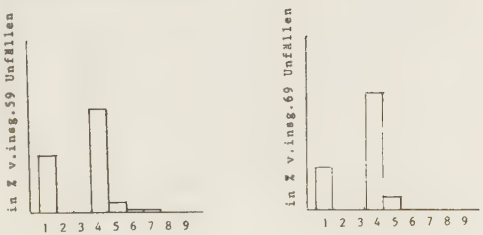


VERLETZUNGSARTEN bei der

Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine

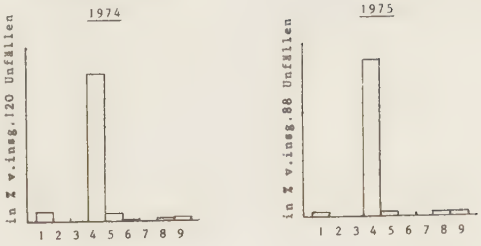


Besäumkreissägemaschine

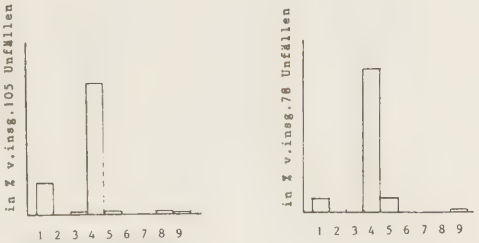


VERLETZUNGSARTEN bei

Handkreissägemaschinen



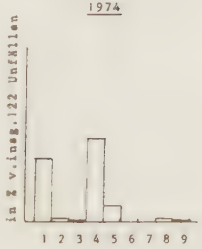
sonstigen Kreissägemaschinen



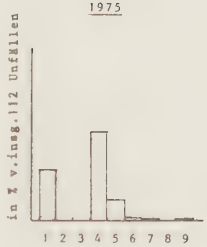
VERLETZUNGSARTEN bei

Vertikalgatter

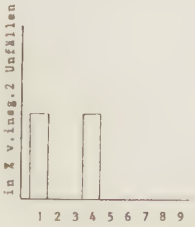
1974

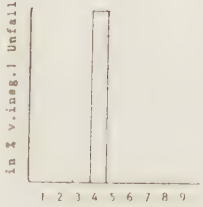


1975



Horizontalgatter

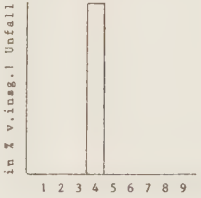




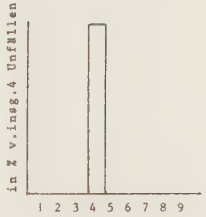
VERLETZUNGSARTEN bei der

Dekupiersägemaschine

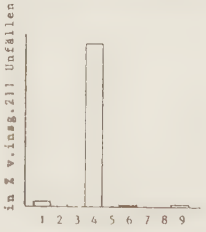
1974

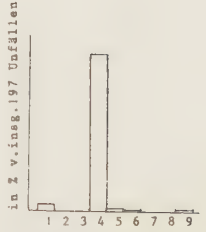


1975



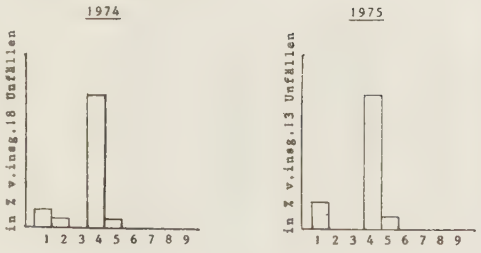
Tischbandsägemaschine



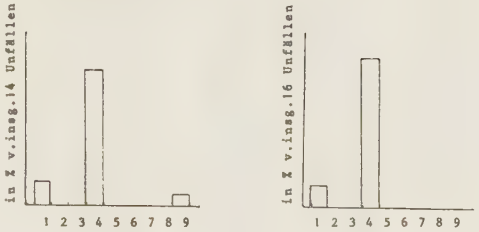


VERLETZUNGSARTEN bei der

Blockbandsägemaschine

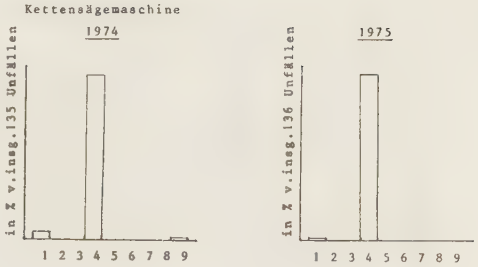


Trennbandsägemaschine

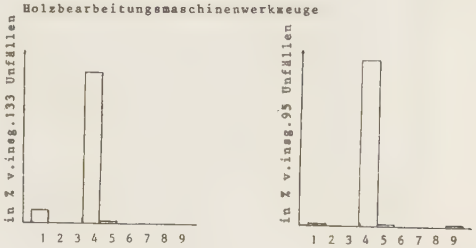


VERLETZUNGSARTEN bei

Kettensägemaschine



Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge



3 Verletzte Körperteile bei Sägeunfällen

31 Verletzter Körperteil bei der Tisch- und Einblattformatkreissägemaschine (Zahlen aus dem Jahre 1975).

An der Tischkreissägemaschine, auf die von 2.533 Sägeunfällen im Jahre 1975 1.333, das sind 52,63% entfallen, zeigt sich ein Anteil der Handverletzungen von 90%. Das heißt, etwa jeder zweite Sägeunfall im Bereich der von uns untersuchten Berufsgruppe geschieht mit der Tischkreissägemaschine und betrifft die Hand des Arbeiters.

Von diesen Handverletzungen ist der Daumen allein, d.h. die isolierte Daumenverletzung, im Jahr 1975 zu 32,4% betroffen, also grob jede dritte Handverletzung eine des Daumens.

Rund 16% aller Sägeunfälle (400 von 2.533) und 32% aller Unfälle an Tischkriessägemaschinen sind damit isolierte Daumenverletzungen.

Ein oder zwei lange Finger sind bei 40% aller Tischkreissägemaschinen-Unfälle betroffen (44% aller Handverletzungen bei der Tischkreissägemaschine) bzw. 21,5% aller Sägeunfälle mit Tischkreissägemaschinen-Verletzungen an einen oder zwei Fingern.
Die gesamte Hand bzw. Handwurzel wird bei der Tischkreissägemaschine zu 13,7% verletzt.

Andere Körperteile sind nur in geringem Maße betroffen. So folgt hinter den Handverletzungen in weitem Abstand die Kopfverletzung mit 6% der Sägeunfälle an der Tischkreissäge, deren Hauptursache der Rückschlag ist (75% davon sind Augenverletzungen). Die übrigen Verletzungslokalisationen (siehe tabellarischer Anhang S.) überschreiten die 1% Grenze nicht oder nur unwesentlich.

Betrachtet man, welche Art der Verletzung die Tischkreissäge vornehmlich setzt, so ist hier Zerreißung mit 90% dominierend, an zweiter Stelle ist die Contusio zu nennen (siehe tabellarischer Anhang S.)

32 Verletzte Körperteile bei Doppelabkurzkreissägemaschine

Hier kam es im Jahr 1975 nur zu Handverletzungen (90,2% aller Sägeunfälle mit der Doppelabkurzkreissägemaschine bei insgesamt 102 im Jahr 1974) und Kopfverletzungen 9,8%, also ein hoher Anteil an Rückschlagverletzungen und die bei Kreissägemaschinen übliche Menge an Handverletzungen.

Wobei auch die Differenzierung nach isolierten Daumenverletzungen (26,47% der Doppelabkurzkreissägemaschinen-Unfälle) ein oder zwei lange Fingerverletzungen (44,11% der Doppelabkurzkreissägemaschinen-Unfälle) und die gesamte Hand mit 17,64% der Doppelabkurzkreissägemaschinen-Unfälle dem Verhältnis bei der am weitest verbreiteten Kreissägemaschine, der Tischkreissägemaschine, entspricht.

Bei der Verletzungsart überwiegen auch hier bei weitem die Zerreißungen mit 87,7% vor der Contusion 9,8% (siehe tabellarischer Anhang S.25).

33 Verletzte Körperteile bei der Plattenaufteilkreissägemaschine

Die Handverletzungen insgesamt betragen rund 70% (68,75%), davon die isolierte Daumenverletzung 21,2% (= 14,5% aller Plattenaufteilkreissägemaschinen-Verletzungen: absolute Zahlen siehe tabellarischer Anhang S.26) und die Verletzung eines oder zweier langer Finger 54,5% (= 37,5% aller Plattenaufteilkreissägemaschinen-Unfällen).

Neben den Kopfverletzungen (6,25%) kommt es auch gehäuft zu Thoraxverletzungen (6,25%) und Verletzungen der oberen Extremität (Ellenbogen mit 6,25%).
57,4% der Zerreißungen stehen 29,78% Contusionen bei der Verletzungsart gegenüber.

34 Verletzte Körperteile bei der Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine

6,23% der von uns untersuchten Sägeunfälle im Jahr 1975 entfallen auf die Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine. Auch hier spielen die Handverletzungen die größte Rolle. 83,54% gegenüber 6,96% Kopfverletzungen und ca. 5% Unterarm-Verletzungen. Die übrigen Lokalisationen liegen sämtlich unter 1,3%.
Bei der Verletzungsart stehen 84,7% Zerreißungen 12,7% Contusionen gegenüber.

35 Verletzte Körperteile bei der Gehrungskreissägemaschine

Nur 1,34% der Sägeunfälle aus dem Jahr 1975 fallen auf die Gehrungskreissägemaschine. Auch hier an der Spitze die Handverletzungen mit 91,17%, wovon der Daumen allein etwa 16% verursacht und die Ein- oder Zweifingerverletzung 58%.

Neben Unterarmverletzungen (5,8%) kam es auch noch zu einer Augenverletzung (2,9%). Wesentliche Verletzungsart ist die Zerreissung mit 88,23%, an zweiter Stelle die Contusion mit 5,8% (= 2 Fälle).

36 Verletzte Körperteile bei der Mehrblattkreissägemaschine

Von den insgesamt 72 Verletzungen im Bereich der Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft bei dieser Sägeart entfielen 51 auf die Hand, das sind 70,8%. Der Daumen ist davon in 17,6% der Fälle betroffen, die Finger (ein oder zwei) in 45%.
Im Unterschied zu den übrigen Kreissägemaschinen kommt es hier häufiger zu Unterarm- und Oberschenkelvereltzungen, nämlich je 8,3%.

Die Bauchverletzungen mit 5,5% in Kombination mit den Augenverletzungen 2,7% lassen auf vermehrtem Rückschlag schließen, während die Unterarm- und Oberarm- (auf 2,7%) Verletzungen, die hier im Verhältnis zu den übrigen Kreissägemaschinen gehäuft auftreten der Mehrblattkonfiguration geschuldet sind.

Beim Vorschub des Werkstückes sind durch die parallel angeordneten Sägeblätter Mehrfachverletzungen (Hand und Unterarm) öfter zu verzeichnen als z.B. bei der Einblattformatkreissägemaschine, was zudem auch die Rückschlaghäufigkeit verändert (siehe oben). Das führt wiederum zu einem Anstieg der Contusionen (23,94%) gegenüber den Zerreißungen (61m97%) bei der Verletzungsart.

37 Verletzte Körperteile bei der Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine

Unter den insgesamt 14 Verletzungen (= 0,5% aller Sägeunfälle) bei dieser Säge findet man 9 an der Hand (64,28%), 2 im Kopfbereich (14,28%) und 2 am Unterschenkel. 1 Sägeunfall betraf das obere Sprunggelenk.
Dominierend bei der Verletzungsart wiederum die Zerreißung (85,71%), außerdem je eine Contusio und Distarsion (7,14%).

38 Verletzte Körperteile bei der Besäumkreissägemaschine

Die 71 Sägeunfälle verteilen sich in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit auf die Handverletzungen mit 64,78% (= 46 Sägeunfälle) - davon 65,5% ein- oder zweilange Fingerverletzungen, 10,8% Daumenverletzungen -, Unterarm- und Handgelenkverletzungen mit 11,26%, Kopfverletzungen mit 9,85%, Oberschenkelverletzungen mit 7,04%, 2 Sägeunfälle in der Schlüsselbeingegend (Clavicula-Sternum-Bereich) und je einem Sägeunfall am Abdomen, am Becken und am Fuß.

Auffällig der relativ hohe Anteil der indirekten Sägeverletzungen, also der nicht im Bereich der das Werkstück führenden Hände (und Unterarm-Bereichs) liegenden Verletzungen, was auch in der Aufgliederung der Verletzungsart zum Ausdruck kommt: Herrschen zwar auch hier die Zerreißungen (68,1%) vor, so ist der Prozentsatz der Contusionen mit 24,63% deutlich erhöht. Insgesamt also wieder ein Hinweis auf vermehrten Rückschlag, da die beim Besäumen anfallenden Randstücke und Holzkleinteile beim Zurückschleudern gegen den Arbeiter zumindest zu einer Quetschungsverletzung der betroffenen Körperteile führen.

39 Verletzte Körperteile bei der Handkreissägemaschine

Der besondere Charakter des Arbeitsvorgangs spiegelt sich in der Verletzungsstruktur wieder. Mit 56,8% liegen die Handverletzungen an der Spitze (bei insgesamt 88 Sägeunfällen, das sind 3,47% aller Sägeunfälle), die sich unterteilen in 44% ein- oder zweilange Finger-Verletzungen, 30% isolierte Daumenverletzungen und 20% ganze Handverletzungen; an zweiter Stelle rangieren die Oberschenkelverletzungen mit 21,59% (!), gefolgt von den Kopfverletzungen mit 9,09%. 5,68% sind Fußverletzungen, 3 Sägeunfälle betrafen den Unterarm (= 3,40%), 2 Sägeunfälle das Kniegelenk und 1 Sägeunfall das Abdomen.

Der hohe Anteil der Oberschenkelverletzungen beruht auf dem spezifischen Sägevorgang, bei dem die Maschine nach Durchtrennen des Werkstückes durch zu großen Schwung oder Ausgleiten in Berührung mit der unteren Getremität gerät. Das plötzliche Absacken der Handkreissägemaschine bzw. Hochschleudern führt hier auch zu signifikant höherem Grad der Zerreissungen (90,9%) gegenüber der bloßen Contusion (2,27%), deren Anteil immer bei hoher Rückschlaggefährdung ansteigt.
2,27% der Sägeunfälle mit der Handkreissägemaschine beruhen auf Stromeinwirkung (siehe auch B 3.)

310 Verletzte Körperteile beim Vertikalgatter

Die Handverletzung herrscht mit 58,6% vor (bei insgesamt 116 Verletzungen), an zweiter Stelle liegen die Kopfverletzungen mit 12,9%, gefolgt von den Unterschenkel- und Knöchelverletzungen mit 10,34%. Relativ hoch der Anteil der Schlüsselbein-/Brustverletzungen mit 6,03% und der Fußverletzungen mit 4,31%.
Die hohen Prozentzahlen der Kopf- und Brust verletzungen verdeutlichen die Gefahr der Rückschlagverletzungen und Splitterverletzungen an dieser Säge, besonders im Zusammenhang mit dem außerordentlich hohen Anteil der Contusionen (30,9%) und geschlossenen Knochenbrüche (13,6%) gegenüber den Zerreißungen (51,8%).
Bei den Handverletzungen dominieren die ein- oder zweilangen Finger-Verletzungen mit 42,64% vor den isolierten Daumenverletzungen mit 20,58%: Die gesamte Hand ist mit 29,4% betroffen.

311 Verletzte Körperteile beim Horizontalgatter

Hier kam es nur zu einer Zerreißungsverletzung der Hand im Jahr 1975 im Bereich der Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft.

312 Verletzte Körperteile bei der Dekupiersägemaschine

Von den insgesamt vier Sägeunfällen an der Dekupiersägemaschine betrafen zwei den Daumen und zwei waren ein- oder zwei-Finger-Verletzungen. Es handelte sich bei all diesen Verletzungen um Zerreißungen.

313 Verletzte Körperteile bei der Tischbandsägemaschine

7,85% aller untersuchten Sägeunfälle entfallen auf die Tischbandsägemaschine, die damit an zweiter Stelle in der Sägeunfall-Häufigkeit der untersuchten Sägen rangiert. In fast allen Fällen kam es dabei zu Handverletzungen (95,47%) und nur in Einzelfällen zu Oberarm-Verletzungen (3 Sägeunfälle = 7,8%). Gesicht- und Augenverletzungen (je 2 Sägeunfälle = 1%), Schlüsselbein- (1 Sägeunfall = 0,5%) und Unterarmverletzung (1 Sägeunfall = 0,5%).

Vorrangig bei den Handverletzungen sind die Laesionen an den langen Fingern mit 48,9% gegenüber den Daumen-Verletzungen mit 22,6% und den Traumata an der gesamten Hand mit 21,5%. Das Verhältnis der Verletzungsart beträgt 92,38% Zerreißungen gegenüber 4,06% Contusionen.
Dazu kommt es noch zu vier geschlossenen Knochenbrüchen (2,03%) und zu einer offenen Fraktur.

314 Verletzte Körperteile bei der Blockbandsägemaschine

10 der insgesamt 13 hier verursachten Unfälle betreffen die Hand (= 76,92%) und je einer (= 7,69%) das Auge, die .hrmuschel und den Fuß. Bei der Verletzungsart dominieren die Zerreißungen (10 = 76,9%) gegenüber zwei Contusionen (= 15,3%) und einer geschlossenen Fraktur.
Sechs Finger-Verletzungen, eine Daumen- und drei gesamte Hand-Verletzungen sind bei der Hand zu differenzieren.

315 Verletzte Körperteile bei der Trennbandsägemaschine

Das Hauptkontingent der geringen Anzahl (insgesamt 16) der hier aufgetretenen Sägeunfälle bildet die Handverletzung (13 Sägeunfälle, davon eine Daumen-, sieben Finger-, eine Mittelhand- und vier ganze Hand-Verletzungen); außerdem kam es noch zu einem Polytrauma, einer Unterarm-Verletzung und einer Verletzung des Ellenbogengelenks.
Zwei Contusionen stehen 14 Zerreißungen als Verletzungsart gegenüber.

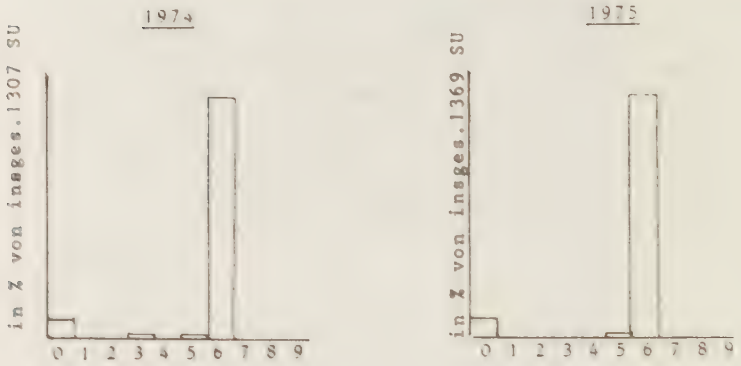
316 Verletzte Körperteile bei der Kettensägemaschine

Die 137 Unfälle an der Kettensägemaschine stellen 5,4% aller Sägeunfälle dar.
Bemerkenswert ist hier der prozentual viel geringere Anteil der Hand-Verletzungen gegenüber den anderen Sägemaschinentypen. Dagegen rangieren die Kopfverletzungen mit 16,05% und die Unterschenkel- und Kniegelenks-Verletzungen mit 14,59%.

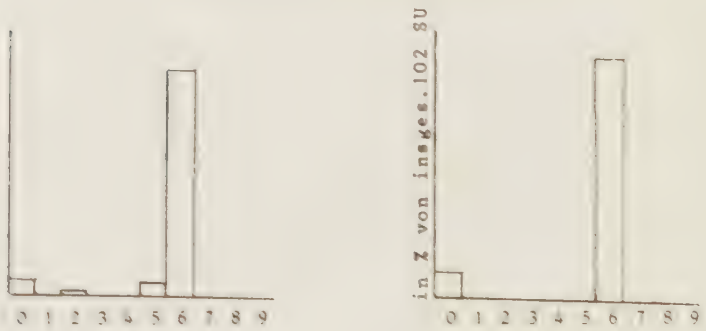
Auch der Anteil der Oberschenkel-Verletzungen ist relativ hoch (10,94%). Zurückzuführen ist diese Verteilung der Verletzungen einmal auf die erhöhte Rückschlaggefahr (besonders Kopfverletzungen), zum anderen dem Führen der Sägemaschine geschuldet - ähnlich wie bei der Handkreissägemaschine kommt es auch hier bei Abgleiten oder Hochschleudern der Sägemaschine zu vermehrten Traumata im Bereich des Unter- bzw. Oberschenkels. Demzufolge überwiegen auch in hohem Maße die Zerreißungen (95,58%).

VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Tisch- und Einblattformatkreissägemaschine



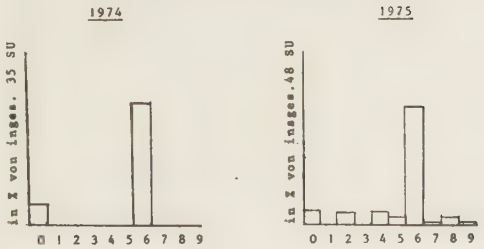
bei der Doppelabkurzkreissägemaschine



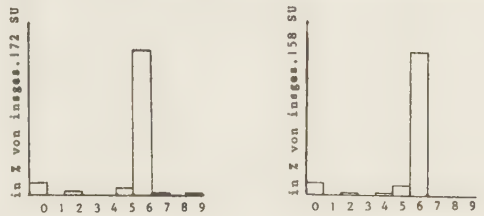
0 = Gesamter Mensch, Kopf
1 = Hals und gesamte Wirbelsäule
2 = Brustkorb und Brustorgane
3 = Bauch, Bauorgane, Harnorgane, Beckenbereich
4 = Schulter, Oberarm, Ellenbogengelenk
5 = Unterarm, Handgelenk
6 = Hand, Handwurzel
7 = Hüftgelenk, Oberschenkel einschl. Kniescheibe
8 = Kniegelenk, Unterschenkel, Knöchelbereich
9 = Fuß

VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Plattenaufteilkreissägemaschine

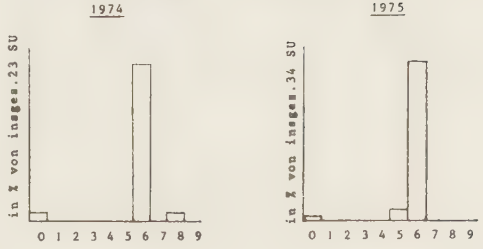


bei der Pendel-, Kapp-, Auslegerkreissägemaschine

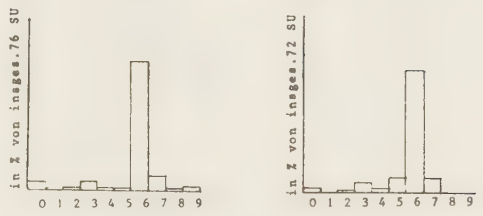


VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Gehrungskreissägemaschine

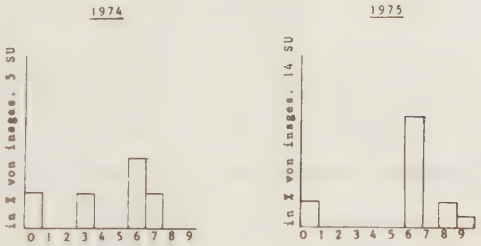


bei der Mehrblattkreissägemaschine

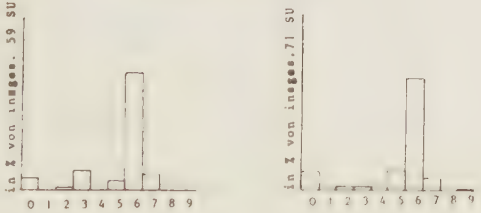


VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine

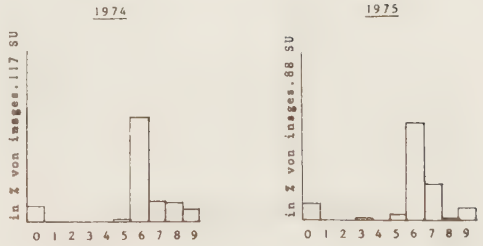


bei der Besäumkreissägemaschine

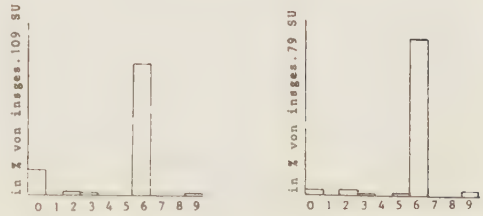


VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Handkreissägemaschine



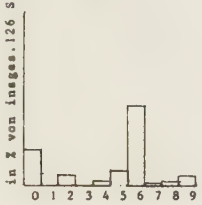
bei den sonstigen Kreissägemaschinen



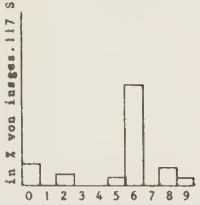
VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei Vertikalgatter

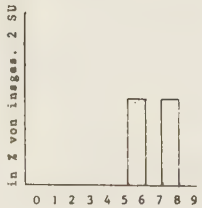
1974

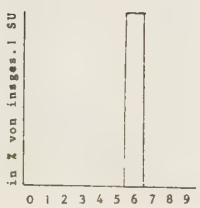


1975



bei Horizontalgatter

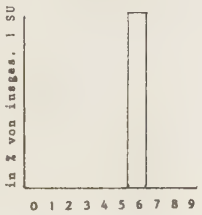




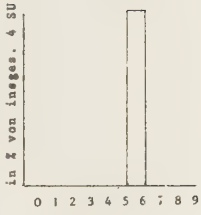
VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Dekupiersägemaschine

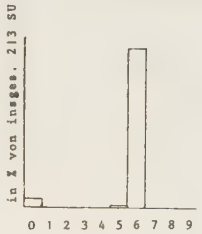
1974

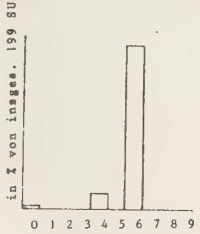


1975



bei der Tischbandsägemaschine

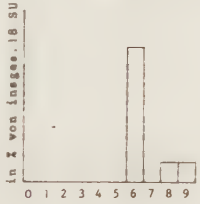




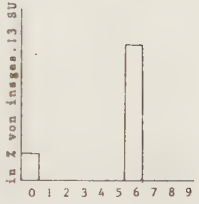
VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Blockbandsägemaschine

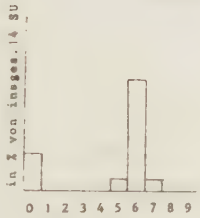
1974

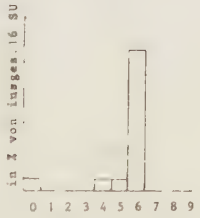


1975



bei der Trennbandsägemaschine

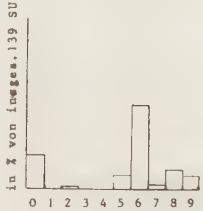




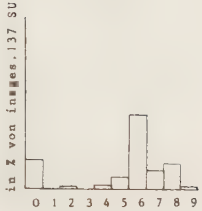
VERLETZTER KÖRPERTEIL

bei der Kettensägemaschine

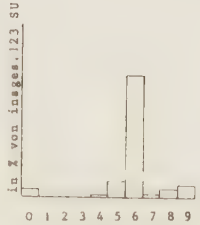
1974

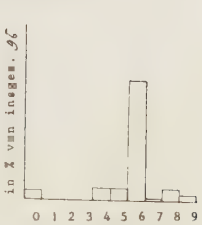


1975



bei Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge





4 Die Schwere der Verletzungen

Als Kriterium für den Schweregrad der Verletzungen, die an den einzelnen Sägemaschinenarten entstanden, dient der Anteil der entschädigten Unfälle bezogen auf die Gesamtzahl.

So betrug der Anteil der entschädigungspflichtigen Unfälle bei den Kettensägemaschinen 3,87% (im Jahr 1974).
Innerhalb der Bandsägemaschinen dominieren die Blockbandsägemaschinen mit 17,6% vor den Tischbandsägemaschinen mit 5,0%.
Das Vertikalgatter führte in 5,0% der Fälle zu schweren Verletzungen.
Bei den Kreissägemaschinen kam es bei den Bauholz- und Schwellenkreissägemaschinen zu den meisten schwereren Unfällen (25%), gefolgt von den Gehrungskreissägemaschinen mit 19,04%, den Besäumkreissägemaschinen mit 12,7%, den Plattenaufteilkreissägemaschinen mit 12,1%, den Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschinen mit 11,8%, der Tischkreissägemaschinen mit 9,56%, der Doppelabkürzkreissägemaschinen mit 8,4%, der Handkreissägemaschinen mit 7,4% und schließlich der Mehrblattkreissägemaschinen mit 7,35%.
An der Mehrblattkreissägemaschine ereigneten sich die meisten Todesfälle (absolut 2 im Jahr 1974), d.h. in 2,9% der Fälle, vor der Handkreissägemaschine mit 0,9% (= 1 Fall) und der Tischkreissägemaschine mit 0,08% (= 1 Fall).

Dabei spielen bei den entschädigungspflichtigen Unfällen die Handverletzungen die weitaus größte Rolle. Nach STUCKE sind 39,2% der Handverletzungen entschädigungspflichtig.

D Zusammenfassung aus der Literatur

I Diskussion der Handverletzungen

II Von 15.416 in den Jahren 1957 bis 1966 registrierten Arbeitsunfällen in der Erlanger Universität trafen 5.922 die Hände und Finger, das sind 38,4%. (6)

Verdeutlicht schon diese Zahl die Bedeutung der Handverletzungen bei Arbeitsunfällen, so steht sie doch deutlich hinter dem Anteil der Handverletzungen mittels einer Sägemaschine zurück:
In den Untersuchungen von STUCKE entfallen 70% der Sägeunfälle auf die Finger und bei Mitberücksichtigung der Hand und des Arms sind es fast 90% (aus dem Jahr 1950).

Unsere Untersuchungen an Material aus dem Jahr 1975 ergaben eine Häufigkeit von 85,5% Handverletzungen (ohne Unterarm etc.).
An der Tischkreissägemaschine, die mit weitem Abstand häufigste Sägemaschine, liegt der Verletzungsgrad der Hand bei 90,21%.
Die übrigen Sägemaschinenarten weisen folgende Prozentzahlen an Handverletzungen auf:

- Doppelabkurzkreissägemaschine	90,2 %	
- Plattenaufteilkreissägemaschine	68,75%	
- Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine	83,54%	
- Gehrungskreissägemaschine	91,17%	
- Mehrblattkreissägemaschine	70,83%	
- Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine	64,28%	
- Besäumkreissägemaschine	64,78%	
- Handkreissägemaschine	56,81%	
- Vertikalgatter	58,62%	
- Horizontalgatter	100 %	nur 1 Fall
- Dekupiersägemaschine	100 %	4 Fälle
- Tischbandsägemaschine	95,47%	
- Blockbandsägemaschine	76,92%	
- Trennbandsägemaschine	81,25%	
- Kettensägemaschine	43,79%	

Über die Frage der Total- bzw. Teilamputation, die Häufigkeit der Verletzungen der einzelnen Finger, das Verhältnis links/rechts und die Richtung der Verletzung läßt mein Material keine Aussage zu. Dagegen finden sich in der Literatur folgende Angaben:

12 Während bei von GELDMACHER (6) bearbeiteten Handverletzungen verschiedener Ursache es in 2,7% der Fälle primär zur Totalabtrennung von Fingern oder Fingergliedern kam (wobei häufig mehrere Finger betroffen waren und die Reihenfolge 2., 1., 3., 4., 5. Finger vorlag), fand STUCKE (3) bei den Sägeverletzungen in 14,7% der Fälle eine primäre Totalabtrennung.
In der Regel jedoch wird der Knochen und die Sehne durchtrennt und das Glied hängt noch an einer schmalen Hautbrücke, die jedoch zur Erhaltung des Gliedes nicht ausreicht.

13 Die linke Hand ist in etwa gleich häufig betroffen wie die rechte Hand, während bei sonstigen Handverletzungen zumeist die Verletzung der linken Hand (Haltehand) überwiegt.

14 Die isolierte Daumenverletzung betrug 26,68% der Handverletzungen (= abs. 578), bei der Tischkreissägemaschine im Jahr 1975 gar 32,38% (= abs. 400).

15 Bei den Fingerverletzungen treten Einfingerverletzungen am häufigsten auf. Als nächste folgen Zwei- und Fünffingerverletzungen.
Bei den Mehrfingerverletzungen ist die Verletzung einer ununterbrochenen Fingerreihe häufiger als einer unterbrochenen.
Eine unterbrochene Reihe entsteht durch unterschiedliche Bewegung der Finger beim Unfall oder durch Drehbewegung der Hand während der Verletzung. Sehr häufig findet man Verletzungen, die zunächst einem Finger nur wenig schaden, dann aber in der Nähe des Grundgelenks tief in die Hand einschneiden.
Der Mittelfinger wurde am häufigsten verletzt, gefolgt von Zeigefinger, Daumen, Klein- und Ringfinger.

Bei den Zweifingerverletzungen ist typisch die Kombination Zeigefinger - Mittelfinger. Mehrfingerverletzungen schließen häufig den Daumen ein und gehen meist vom Zeigefinger aus. (3)

16 Eine strenge Trennung nach Knochen-, Sehnen-, Sehnenscheiden- und Gelenkverletzungen ist im Gegensatz zu anderen Arbeitsunfällen beim Sägeunfall meist nicht durchführbar, da es sich hier um zumeist große Riß-/Quetschwunden handelt, die alle Bereiche betreffen.

17 Die Richtung der Verletzung (3):

A) Die Querverletzungen: 71,5% der Handverletzungen sind Querverletzungen, wobei zu unterscheiden ist zwischen Verletzungen der Handfläche und des Handrückens, die dorsalen zu den volaren verhalten sich wie 1:2. Bei den dorsalen ist das Verhältnis links zu rechts wie 3:1, bei den volaren wie 1:2, 1. Dieses Überwiegen der Handrückenverletzungen an der linken und der Hohlhandverletzungen an der rechten Hand erklärt sich aus der Stellung des Arbeiters an der Maschine.

In allen Fällen, in denen wegen der Länge der Werkstücke kein direktes Stehen vor der Mitte möglich ist, tritt der Arbeiter links neben das Werkstück. Durch diese Drehung erhält die rechte Hand die Hauptvorschubsfunktion, während die linke mehr eine Steuerung übernimmt. In dieser Stellung steht die rechte Hand hauptsächlich mit der Hohlhand und die linke mit dem Handrücken dem Sägeblatt zugewandt. Da der Anschlag sich fast nur rechts befindet, erfordert die Arbeit mit Anschlag die gleiche Stellung. Viele Maschinen für Sonderzwecke sind so konstruiert, daß nur ein Arbeiten in dieser Stellung möglich ist (Zylindersägen u.a.).

B) Die Längsverletzungen: 18,8% der Handverletzungen sind Längsverletzungen. Linke und rechte Hand sind im Verhältnis 1:1 beteiligt. Bei den Längsverletzungen dringt das Sägeblatt zwischen zwei Fingern in die Hand ein. Meist wird ein Finger und durch Abbiegen der Hand der Mittelhandknochen des benachbarten Fingers verletzt. Am häufigsten dringt das Sägeblatt zwischen ersten und zweiten bzw. zweiten und dritten Finger ein, an der rechten Hand mehr zwischen 1 und 3, an der linken Hand mehr zwischen 2 und 3. Verletzungen zwischen 3 und 4 sind selten, zwischen 4 und 5 wurden nicht beobachtet.

C) Die Tangentialverletzungen: 6,1% sind Tangentialverletzungen. Sie können dorsal und volar vorkommen und nur die Haut oder auch Sehnen und Knochen verletzen.

D) Abrollungsverletzungen: In 3,6% der Fälle entsteht eine komplizierte Wunde dadurch, daß die Hand während der Verletzung abrollende Bewegungen ausführt.

2 Blutung

Der Austritt von Blut aus Gefäßen kann durch eine lokale Verletzung eines Gefäßes (per rhexin = Riß) oder per diapedesin (durch Wanderungsblutung), aus Kapillaren oft generalisiert erfolgen (hämorrhagische Diathesen). Um die Blutung beim Sägeunfall und hier wiederum speziell bei den Handverletzungen mittels einer Säge z.B. Daumenabtrennung zu erklären, muß vorerst abgesehen werden von jeglicher pathologischer Praedisposition beim Verunfallten, seien es Gerinnungsstörungen oder Gefäßwandschädigungen, ebenso wie von individuellen konstitutionellen Variationen wie verändertem Wandbau der Gefäße als Konstitutionsanomalie, der Höhe des arteriellen oder venösen Blutdrucks, der psychischen Ausgangslage (u.a. Kollapsneigung) und eventuellen Besonderheiten der Blutungsbereitschaft, die mit der Regelblutung der Frau in Zusammenhang stehen. Des weiteren sind zu nennen medikamentöse Behandlungen von z.B. Postinfarkt-Patienten mit Cumarinderivaten oder aggregationshemmende Medikation z.B. Acetylsalicylsäure unter verschiedenen Indikationen, Leberfunktionsstörungen und Resorptionsstörungen des Darmes.

Beim Sägeschnitt in das menschliche Gewebe kommt es in der Regel zu einer Zerreissung der Haut mit zackigen Wundrändern, unregelmäßigem Wundgrund und Bildung von Taschen, Septen und Logen, bei der Abtrennung eines Gliedes zu einer offenen Wunde mit zerklüfteter Wundfläche und unregelmäßigen Wundrändern. Durchtrennt werden dabei Kapillaren, kleine Venen und Arterien sowie größere Arterien.

Über die Qualität und Intensität des Schmerzes beim Sägeschnitt in menschliches Gewebe finden sich in der Literatur keine Angaben.

21 Kapillare Blutstillung

Bei durchschnittenen Kapillaren - festgestellt an Pareuthymwunden -, die oft einzelne Erythrozyten enthalten, ist nach APITZ der bedeckende Schorf allein für die Wirksamkeit des Verschlusses verantwortlich. Kapillaren enthalten keinerlei verfestigte Massen, weder verklumpte Blättchen noch Fibrin, noch agglutinierte ERythrozyten. Die Blutung wird nicht durch Abscheidungsthrombose, sondern durch einfache Blutgerinnung auf der Gewebschnittfläche zum Stehen gebracht. Die Wunde wird dabei von einem teppichartigen Belag geronnenen Blutes bedeckt, dessen Gehalt an Erythrozyten sehr wechselt, stets sind Fibrinfasern meist in großer Zahl darin erkennbar.
Der Unterschied zur venös-arteriellen Blutstillung beruht auf der unterschiedlichen Thrombokinasefreisetzung, da im Parenchymschnitt mehr Thrombokinase freigesetzt wird als am isolierten Gefäßschnitt und außerdem beim Gefäßschnitt die freigesetzte Kinase schnell verdünnt und fortgespült wird durch den hervorschießenden Strahl. Dies führt zu mehr Profibrinprodukten im Bereich der Kapillaren.

Außerdem kommt es nach SANDRITTER (8) bei Verletzung der Kapillaren zu einer Endothelzellschwellung, die schon einen mechanischen Verschluß herstellen kann.

22 Arteriolen und Venolen

Bei allen größeren Gefäßen erfolgt die erste Abdichtung durch Blutplättchen (8). Beginn ist die Plättchenadhäsion an freigelegten kollagenen Fasern.

A) ADP wird aus Plättchen (+ Endothelzellen und Erys?) frei, so daß sich ein Plättchenaggregat bildet, bei kleinen Gefäßen innerhalb von 20 bis 30 Sekunden. Die Plättchenaggregation ist reversibel, es kann immer wieder zu Nachblutungen kommen. Erst die Aktivierung des plasmatischen Gerinnungssystems (endogenes System, Aktivierung von Faktor XII und des exogenen Systems ⟶ Gewebsthrombokinase) führt zur Bildung von Fibrin und damit zu einem stabilen Thrombus (Retraktion durch Thrombozyten, Faktor XIII), der gleichzeitig als

"Leitschiene"für die einwandernden Histiozyten und Fibroblasten dient (dies kann bereits nach 10 bis 20 Minuten der Fall ein!).

B) Außerdem kommt es durch Freisetzung von Katecholamin und Serotonin aus Plättchen zu einer Vasokonstriktion und bei längerem und massiverem Blutverlust zur Blutdrucksenkung, die zum beschleunigten Verschluß beiträgt, denn nach dem LAPLACE'schen Gesetz ist die Wandspannung direkt proportional dem Produkt aus Radius und dem gegen die Wand gerichteten Innendruck. Letztere entsteht aus der Differenz zwischen dem intravasalen Druck und dem von außen gegen die Wandung gerichteten Gewebedruck - auch als transmuraler Druck zu bezeichnen - bzw. dem arteriellen Tonus. Die Arterien setzen dem intravasalen Druck einen bestimmten Widerstand entgegen (Volumenelastizität). Wenn der Gewebedruck überwiegt, wird der sog. "kritische Verschlußdruck" erreicht und das Gefäß kollabiert (ASHTON). Nach dem erwähnten Gesetz von LAPLACE ist dies bei kleinkalibrigen Arterien, entsprechend ihrem geringen Radius, rascher der Fall als bei großen Gefäßen. An den Fingern beträgt der kritische Verschlußdruck etwa 20 mm Hg. Unter vasokonstriktorischen Einflüssen mit erhöhter Wandspannung wird er aber schon bei höheren Druckwerten erreicht. Ein kollabiertes Gefäß öffnet sich wieder, wenn der kritische Verschlußdruck erneut unterschritten wird (= critical opening pressure).

23 STAUBESAND und ANDRES (9) haben in Untersuchungen an verschiedenem Material (Ratte, Maus, Hund, menschliches Gewebe) festgestellt, daß es bei der Durchtrennung von Arterien muskulären Typs jeglichen Kalibers zu einer Invagination aller Wandschichten kommt.

Da die elastische Innenhaut und die Gefäßmuskulatur - aus denen die Arterienwand besteht - unterschiedliche reversible Dehnbarkeit besitzen, retrahiert sich bei Kontinuitätstrennung die innere elastische Membran sehr viel stärker als die Gefäßmuskulatur.

"Da Tunica elastica interna und Tunica elastica externa durch Faserbrücken miteinander verknüpft sind, werden beim Zurückschnellen der kräftigeren inneren elastischen Lamelle die Media und eventuell auch Teile der Adventitia lumenwärts gezogen. Der Durchtrennungsreiz löst Vasokonstriktion aus, welche die tiefe Einstülpung des initialen Invaginates bewirkt und später die Gefäßmuskulatur zu einer dem so entstandenen "Stöpsel" fest anliegenden Kontraktionsmanschette versteift. Eine Arterie, deren Ende sich auf diese Weise verschlossen hat, blutet nicht mehr. Der Blutdruck ist normalerweise nicht imstande, das durch Kontraktion festgehaltene Invaginat herauszuschleudern. So führt die Einstülpung zu spontaner (provisorischer) Hämostase und bildet eine entscheidende Voraussetzung für alle örtlich einsetzenden späteren Vorgänge der definitiven Blutstillung.
Die Invagination eines durchtrennten Arterienendes stellt somit ein vitales Geschehen von großer biologischer Bedeutung dar. Jede Arterie vom muskulären Typ bewirkt die latente Bereitschaft, sich an einer Verletzungsstelle, die zur vollständigen Kontinuitätstrennung geführt hat, einzustülpen und sich damit selbsttätig zu verschließen". (79)

Es gibt jedoch einige Faktoren, die ein Zustandekommen dieser Gefäßreaktion verhindern:

A) Es muß ein bestimmter Minimalwert des auslösenden Reizes überschritten werden, d.h. Instrumente mit einer extrem dünnen Schnittfläche (z.B. Mikrotonmesser) führten bei der Durchtrennung zu keinerlei Invaginations-Reaktion

B) Es dürfen keine Gefäßerkrankungen (z.B. Arteriosklerose) vorliegen

C) Im Gebiet entzündlicher Veränderungen entsteht ebenfalls keine Invagination

D) Bei Paralysierung der Vasomotion (durch Pharmaka etc.) bleibt die Reaktion aus

E) Ebenso wie bei proximaler Zweitverletzung der schon weiter distal durchtrennten Arterie.

Die Resultate von STAUBESAND und ANDRES lassen sich unter Berücksichtigung unserer Fragestellung wie folgt zusammenfassen:

1. Jede Arterie kleinen und mittleren Kalibers (z.B. Art.pollicis) kann bei Verletzung mittels einer Sägemaschine, die immer zu den im Verhältnis zu durchtrennten Gefäßen "stumpfen" Instrumenten zählen muß (Sägeblattdicke!), Spontanhämostase zeigen (STAUBESAND und ANDRES berichten von momentanem Blutungsstillstand bei Beilverletzungen bis zu ca. 45 sec).

2. In der Regel werden bei Teil- oder Totalamputationen - verursacht durch das Sägeblatt - Blutspuren zu finden sein bzw. eine Blutung auftreten, da es dabei

   a) zu gleichzeitiger Durchtrennung von mehreren arteriellen venösen und kapillaren Gefäßen kommt

   b) zu Quer-, Längs- und Tangentialverletzungen der Gefäße

   und

   c) zeitweise zu Knochenverletzungen, die die Markhöhle eröffnen,

wie überhaupt die Sägeverletzung durch unregelmäßige Wundränder und nicht glatte Gewebedurchtrennung gekennzeichnet ist.

24 Bei Verletzungen größerer Schlagadern (z.B. art femoralis) kommt es nur in seltenen Fällen ohne ärztliche Hilfe zum Blutstillstand (v.HABERER) (10).
Selbst bei der Durchtrennung der Pulsschlagadern, alos einer Arterie mittleren Kalibers, in suicidaler Absicht, ist in einem Teil der Fälle mit tödlicher Verblutung zu rechnen.
Ursache hierfür sind vor allem zwei Faktoren:

Eine verschließende Invagination ist bei grösserem Radius der Gefäße nicht zu erwarten, Blutstillung bedarf hier der Bildung eines Thrombus, der einmal fest genug sein muß, um das großkalibrige Gefäß gegen den hohen Blutdruck abzuschliessen und zum anderen so schnell entstehen müßte, daß, wie APITZ bemerkt, "die verhängnisvolle akute Entleerung der Kreislauforgane nicht eintritt".

BIER berichtet (11), daß Hunde, denen man die Schenkelschlagader in weit offener Wunde quer durchschneidet, sich unfehlbar verbluten und aus dem von HAHN (12) bearbeiteten Untersuchungsgut KÜTTNERS (13) aus dem 1.Weltkrieg konnten von 17 durch Schuß bewirkten Durchtrennungen der Schenkelschlagader nur 3 Patienten gerettet werden, wobei 2 einen thrombotischen Verschluß, der 3. einen tamponierenden Bluterguß in den bedekkenden, wenig eröffneten Weichteilen aufwies.

Blutungsstillstand kann jedoch bewirkt werden, wenn die durchschnittenen Gefäße nicht frei nach außen bluten, was durch Retraktion bzw. Invagination des Arterienstumpfes in das Gewebe sowie durch den Widerstand der Weichteile bei entsprechend geformten Wunden befördert wird. Es kommt zur Bildung eines Hämatoms im Bereich der Ausflußstelle mit Begrenzung durch das umliegende Gewebe und das Druckgefälle an der Schnittstelle wird damit verringert.
Beide "Hilfsvorgänge", abdeckende Weichteilwirkung und Retraktion des Stumpfes begünstigen die Thrombusbildung, da sie Zeitgewinn für die Entwicklung eines Pfropfes darstellen und das Druckgefälle so verringern, daß der Thrombus mechanisch weniger stark belastet ist (APITZ, 682).

25 Es ist also auch beim Sägeunfall in der Regel mit dem Vorhandensein von Blutspuren zu rechnen, wobei verschiedenste Formationen vorfindlich sind:

- Wisch- und Streifspuren

- Blut-Tropfen, die beim Auftreffen auf eine harte Unterlage kronenförmig konfiguriert sind und etwa bei einer Fallhöhe ab 2 m in der Aufsicht Sekundärtropfen ergeben.

  Das Auftropfen von Blut auf eine schräge Fläche bewirkt ovale Tropfen, die in Fallrichtung ausgezogen sind ⟶ Uhrzeigerfiguren.

- Blutspritzer

  a) Verursacht durch Schlagen bzw. Fall eines abgetrennten Gliedes oder eines Werkstückes in Blutlachen

  b) Spritzspuren aus pulsierenden Arterien, die vielfach in Form einer Parabel angeordnet sind (diese können jedoch auch fehlen, siehe Invagination etc.)

- Schleuderspuren, die beim Hochreißen des mit Blut bedeckten Werkstückes oder des Stumpfes etc. entstehen

- Blutstraßen aus Wunden, Mund, Nase etc. (MUELLER S.109 - 111) (14)

26 Über die Blutmenge im Zusammenhang mit Sägeverletzungen finden sich keine Beiträge in der Literatur.

27 Ein Unfallgeschehen mittels einer Sägemaschine, das mit sehr ausgedehnten bzw. viel Gewebe und Gefäße zerstörenden Verletzungen einhergeht, führt zu starken Blutungen und massiven Blutverlusten, die zum Verblutungstod führen können. Die Wirkung des Blutverlustes hängt dabei ab von der Menge des in einem bestimmten Zeitabschnitt verlorenen Blutes bzw. dem Restvolumen und der Schnelligkeit des Blutverlustes.

Verantwortlich für den Verblutungstod sind zwei Faktoren:

Infolge hämodynamischer Störungen kommt es im ersten Stadium zum Versagen des Kreislaufs, da wegen ungenügender Füllung des Herzens und Röhrensystems Umtrieb und Umfang des Blutes mehr oder weniger aufhören. Dieser Zustand hat dann biologisch-funktionelle und nekrobiotische Schädigungen zur Folge, die zur Erstickung führen.
Wie WILDEGANS und ENDERLEY (15) bemerken, vertragen im allgemeinen Frauen große Blutverluste besser als Männer. Beim Kind versagen die Regulationen schneller als beim Erwachsenen. Bei größten Blutungen verbleibt dem Organismus nicht genügend Zeit, um die Ausgleichsvorrichtungen in Gang zu setzen, während bei den nicht sofort tödlich verlaufenden, sondern sich über längere Zeit hinziehenden Verblutungen von BAETZNER ein pathologischer Stoffwechsel angenommen wird, infolgedessen der Organismus mit unvollständig verbrannten giftigen Produkten überschwemmt wird, durch die es zur Intoxikation mit Lähmung des Zentralnervensystems und der blutbildenden Organe kommen soll.

3 Sägespur

31 Bei der Durchsägung von Weichteilen, also z.B. Cutis und Muskulatur ergeben sich keine charakteristischen Kennzeichen, die aus der Wundkonfiguration den Säge- oder Sägemaschinentyp erschließen ließe. Das Eindringen der Säge in die Cutis ist wegen deren Elastizität mehr ein Reißvorgang, so daß die erzeugten Wundränder zunächst annähernd glatt aussehen.
Eine große Zackung der Wundränder ergibt sich durch das mehrmalige Hin- und Herziehen der Säge und die dabei erzeugte leichte Änderung der Schnittrichtung.

In der Literatur ist bislang nur 1 Fall bekannt (ISCHIYAMA, J. - MIAKE, K) (16), in dem aus der besonderen Form der Wundränder einer zersägten Leiche der Sägezahnabstand und die Schränkung festgestellt werden konnte.

32 Bei der Durchtrennung von Holz oder Knochen hinterläßt jede Säge Rillenreliefs auf den Schnittflächen, deren Tiefe abhängig ist von der Härte des bearbeiteten Materials.
An der Schnittspur, die beim Sägen entsteht, fallen zunächst

- Scharen feinster parallel verlaufender Kratzer auf, die sich mit größeren Riefen abwechseln, wie das erstmals BONTE und MAYER (17) berichten.

  Diese Kratzer entstehen durch den Vorschub des Sägeblattes, der beim fachgerechten Sägen die Schneidearbeit leistet, beim Zurückziehen in der tiefsten Ebene entsteht die tiefe Rille.

  Die Anzahl der parallel verlaufenden Rillen entspricht der Anzahl der Sägezähne, die nach dieser Seite geschränkt sind.
  Bei einer 1/1 Schränkung ist die tatsächliche Sägezahnanzahl daher doppelt so groß wie die Zahl der feinen Rillen. Bei gewellten Sägeblättern liegt die Linienzahl je nach Wellschema z.T. erheblich niedriger.

Der Quotient zwischen Zahn- und Linienzahl läßt Rückschlüsse über die Art der Wellung zu.
Die Anzahl der tiefen Rillen entspricht in der Regel den durchgeführten Sägezügen.

Mit Hilfe des Lichtschnitt-Mikroskops gelang es BONTE, eine Individualidentifizierung einer Sägespur vorzunehmen.
Die einzelnen Sägezähne hinterlassen je nach Veränderung spezifische Spuren an der Schnittfläche. So bewirkt eine Abnutzung der Sägezähne eine Abrundung der Zahnspitze, die normalerweise einen rechteckigen Querschnitt aufweist, wo so der Lichtschnitt nun eine muldenförmige Charakteristik hat. Außerdem können beim Stanzen der Zähne sog. Grate, also dünne Metallfalze an der Zahnkante hängenbleiben oder andere artifizielle Deformationen durch Benutzung, z.B. Schrammen etc. entstehen, was eine klare Identifizierung mittels Lichtschnittprofil ergibt. Auch das Fehlen einzelner Sägezähne ist aus der Sägespur zu identifizieren, indem an dieser Stelle keine feine Rille auftritt bzw. eine breitere Prominenz innerhalb des Parallelrillenreliefs entsteht.

Eine ganze Reihe von Einzelmerkmalen, die auftreten können, trägt zur Identifikation der benutzten Säge bei:

a) Beim Herausziehen aus dem Sägespalt wegen Klemmens etc. verursacht die Säge zumeist senkrecht oder schräg zur "Normalspur" verlaufende Rillen, die den Abstand der Sägezähne auf der einen Seite offenbaren.

b) Die Spur der Sägebreite bei unvollständiger Durchtrennung ergibt die Schränkungsbreite der Zähne.

c) Kommt es kurz vor der vollständigen Durchtrennung des Knochens zum Abbruch der noch vorhandenen schmalen Compactabrücke, so sind hier zumeist Spuren des letzten Sägezuges zu finden mit Negativ-Abdruck des Sägezahnes bzw. Doppel- oder Mehrfachfurchen. Diese Doppelfurche stammt von einer wechselseitig geschränkten Säge und die Breite der Einzelrille ist der Blattstärke bzw. der Stärke der Zähne gleich.

d) Beim Durchschnitt des Knochens passiert es gelegentlich, daß ein Abrutschen der Säge parallel laufende Kratzer auf der Knochenoberfläche hinterläßt, woraus ebenfalls der Abstand der Zähne bestimmt werden kann.

e) Die beim Anschnitt des Knochens in einigen Fällen auftretende y-förmige Spur (Resultat der Spanabhobelung nur weniger Zähne, sog. Probierspur), gibt Auskunft über die Breite der Einzelzähne, die an den Schenkeln der Y-Figur abgemessen werden können, ebenso über die Form der Zähne (Individualidentifizierung mittels Lichtschnittprofil); der Abstand der beiden Schenkel ergibt die Schränkungsbreite und der Breite der Basis des Y entspricht die Blattstärke.

f) Neben dem Sägeblatt führen in seltenen Fällen auch die Konfiguration des Sägeblattheftes, das einen spezifischen Abdruck auf Holz bewirkt (HIMMELREICH) (18) oder Nieten u.ä., die einen Abdruck auf entsprechend verformbarem Material (Holz etc.) zur Folge haben, zu einer Individualidentifizierung der benutzten Säge.

Von BONTE stammen auch Untersuchungen über die Sägespur bei Maschinensägen.

Bei Versuchen mit der elektrischen Stichsäge wurde eine regelmäßige Teilung des Schnittflächenreliefs in senkrecht zur Schnittrichtung stehende, ganz gering gegeneinander verkantete Rechtecke erzeugt. Es sieht so aus, als ob sich mehrere exakt parallele Spurlinien mit konstantem Abstand abgeprägt hätten. Der Abstand entspricht genau dem Sägezahnabstand. BONTE erklärt das durch den stets gleichbleibenden Sägeblattvorschub, durch den jeder einzelne Zahn immer wieder in seine Ausgangsposition, allerdings jeweils ein wenig tiefer, zurückkehrt.

Bei der Band- und Kreissäge stellt man zunächst einander ähnelnde Schnittbilder fest, die beide Sägen nur im Vorschub schneiden, weshalb ein gleichmäßiges Relief erzeugt wird. Die Kreissäge bewirkt zwar Spurrillen, die in Abhängigkeit vom Radius des Sägeblattes gekrümmt sind und deshalb einen Rückschluß auf diesen grundsätzlich zulassen, wegen des geringen Querschnittes der Röhrenknochen aber ist eine Unterscheidung Band- bzw. Kreissäge oder eine Erschließung des Sägeblattdurchmessers sehr schwierig.

Die Feststellung von Schränkungsbreite, Blattstärke und Wellungsschema ist bei den Maschinensägen ebenfalls aus der Spaltbreite und den Befunden an der Abbruchkante möglich.

5. Zusammenfassung

1 Die Bedeutung der Sägemaschinenunfälle erhellen folgende Zahlen: Ca. 2% aller Arbeitsunfälle in der BRD in den Jahren 74/75 ereigneten sich an Sägemaschinen. Bezogen auf Arbeitsmaschinenunfälle ergibt sich ein weit höherer Prozentsatz, der jedoch nach Berufszweigen, d.h. nach dem Anteil der verwandten Sägemaschinen in den verschiedenen Berufszweigen, erheblich differiert. Machen Sägeunfälle bei der Fleischerei-BG in den Jahren 1966 bis 1973 20% der Arbeitsmaschinenunfälle aus, so sind es in der Süddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft fast 90% (in den Jahren 1965 bis 1973).

2 Wir untersuchten insgesamt 5.173 Sägeunfälle aus dem Bereich der SHBG, die zunächst nach Sägemaschinenarten untergliedert wurden. Als Ergebnis blieb festzuhalten, daß auch heute noch - STUCKE und BAYREUTHER hatten 1955 bereits darüber berichtet - auf die Kreissägemaschinen mit 75% die mit Abstand meisten Sägeunfälle entfallen. Von diesen wiederum informiert die Tischkreissägemaschine mit ca. 50% aller Sägeunfälle. Die übrigen Kreissägemaschinen liegen alle mindestens unter der 6%-Grenze. Ca. 9% aller Sägeunfälle ereigneten sich an den Bandsägemaschinen, von denen die Tischbandsägemaschinenunfälle bald 50% ausmachen; es folgen die Kettensägemaschinen mit 5% und die Gattersägemaschinen mit 4,7%.
Bei den Verletzungsarten, die durch die verschiedenen Sägemaschinen hervorgerufen werden, imponiert die Zerreißung, die Riß(-Quetsch)wunde als typische Sägeschnittverletzung. Sie entsteht in 85% der Fälle. Jede zweite Verletzung dieser Art passiert an Tischkreissägemaschinen, was den häufigsten Verletzungsmodus als unmittelbare Blattberührung dokumentiert. Contusionen, also alle Formen der Prellung und Quetschung, finden sich in ca. 10% der Fälle. Neben der Tischkreissägemaschine (30%) ist hier besonders das Vertikalgatter zu nennen, auf dessen Konto 17% der Contusionen gehen, das sind 30% aller Unfälle am Vertikalgatter.

Grund dafür ist die überdurchschnittliche Rückschlaggefährdung an dieser Sägemaschine, die auf die Anordung der Sägeblätter und den hier praktizierten Längsschnitt zurückgeht. Zu geschlossenen Knochenbrüchen (auch hier an zweiter Stelle das Vertikalgatter mit 16% neben der Tischkreissägemaschine mit ca. 35%) kam es in 2,5% der Fälle, zu offenen Knochenbrüchen in ca. 1%. Andere Verletzungsarten wie Distorsion, Luxation, Commotio oder Stromunfälle kommen bei Sägeunfällen selten vor.

Bei der Besprechung der verletzten Körperteile bei Sägeunfällen, die nach Sägen gegliedert vorgenommen wurde, kamen wir zu folgenden Ergebnissen (im weiteren sind nur die 5 Sägearten genannt, die in der angeführten Reihenfolge die meisten Unfälle verursachten): An der Tischkreissägemaschine (53% aller Sägeunfälle) geschahen zu 90% Handverletzungen. Davon ist der Daumen allein zu ca. 32% betroffen, d.h. jede dritte Handverletzung eine des Daumens. Zu 40% sind ein- oder zweilange Finger betroffen, die gesamte Hand zu 14%, andere Körperteile in nur geringerem Maße.

Bei der Tischbandsägemaschine (8% aller Sägeunfälle) kam es in fast allen Fällen zu Handverletzungen (95%). Die Pendel-Kapp-Auslegerkreissägemaschine (6% aller Sägeunfälle) hat ebenso wie die anderen Kreissägemaschinen einen sehr hohen Anteil an Handverletzungen (84%). Beim Vertikalgatter (4,5% aller Sägeunfälle) herrscht zwar mit 59% auch die Handverletzung vor, es kommt jedoch auch zu relativ häufigen Kopfverletzungen (13%), Unterschenkel-Verletzungen (10%) und Brustverletzungen (6%), die auf die hohe Rückschlaggefährdung bei dieser Sägeart hinweisen.

Bei den Kettensägemaschinen (5% aller Sägeunfälle) liegt der Anteil der Handverletzungen unter 50%, dagegen ragen die Kopfverletzungen mit 16%, die Unterschenkel- und Kniegelenksverletzungen mit 15% und die Oberschenkelverletzungen mit 11% hervor. Zurückzuführen ist diese Verteilung der Verletzungen auf das Führen dieser Sägemaschine. Es kommt bei Abgleiten oder Hochschleudern der Sägemaschine (ebenso wie bei der Handkreissägemaschine!) zu vermehrten Traumata im Bereich des Unter- bzw. Oberschenkels.

Für die Beurteilung der Schwere der Verletzungen diente uns als Maßstab der Anteil der entschädigungspflichtigen Unfälle bezogen auf die Gesamtzahl. Als Ergebnis ist festzuhalten: An der Bauholz- und Schwellenkreissägemaschine ereigneten sich die meisten schweren Unfälle (25%), gefolgt von der Gehrungskreissägemaschine mit 19% und den Blockbandsägemaschinen mit 17%. Die Tischkreissägemashcine wiest nur einen Anteil von 9% schweren Verletzungen auf.

Bei Sägeunfällen dominieren die Verletzungen der Hand. Nach unseren Untersuchungen an Material aus dem Jahr 1975 sind 85,5% der Sägeunfälle Handverletzungen. An der Tischkreissägemaschine liegt der Verletzungsgrad der Hand bei 90%. An der Hand betreffen 27% der Verletzungen den Daumen allein, bei der Tischkreissägemaschine beträgt der Anteil der isolierten Daumenverletzung, bezogen auf alle Handverletzungen an dieser Säge, sogar 32%. Zum Verletzungstypus, zu dem unser Material keine Aussage zuließ, findet sich bei STUCKE und BAYREUTHER, daß 14,7% der Handverletzungen zu einer primären Totalabtrennung des Fingers oder Fingergliedes führen. Die linke Hand ist im Gegensatz zu anderen Arbeitsunfällen in etwa gleich häufig betroffen wie die rechte, Einfinger-Verletzungen treten am häufigsten auf. Zu Quetschverletzungen kommt es in 71,5%, 19% der Handverletzungen sind Längsverletzungen, 6% Tangentialverletzungen und in ca. 4% finden sich Abrollungsverletzungen.

4 In der Regel tritt bei Sägeverletzungen eine Blutung auf. Haben auch STAUBESAND und ANDREW nachgewiesen, daß bei Durchtrennung von Arterien muskulären Typs wegen der Invagination sofortiger Blutstillstand eintreten kann, so kommt es bei einer Sägeverletzung

a) immer zu gleichzeitiger Durchtrennung von arteriellen, venösen und kapillaren Gefäßen

b) auch zu Längs- und Tangentialverletzungen der Gefäße

c) zu Knochenverletzungen mit Eröffnung der Markhöhle

und

d) wegen der Umlaufgeschwindigkeit des Sägeblatts

immer zu Mehrfachverletzungen eines Gefäßes, was den Invaginationsvorgang am distalen Teil verhindern kann.
Über die Blutmenge bei Sägeunfällen fanden sich keine Angaben in der Literatur.

5 Eine Identifizierung von Sägen aus der Form der Weichteilwunde, die zumeist eine große Zackung der Wundränder aufweist, ist nur in seltenen Fällen (ISCHIYAMA und MIAKE) möglich.
Bei der Durchtrennung von Holz oder Knochen hinterläßt jedoch jede Säge eine Schnittspur, die nach einer von BONTE und MAYER entwickelten Methode zur Individualidentifizierung - auch bei Maschinensägen - führen kann.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Abt, Wolfgang, Dr.-Ing.: Unfallanalyse '74;
Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.,
Juli 1976, S.9
Westkreuz Verlag, Berlin/Bonn

2. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften,
Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin, 53 Bonn 1, Langwardweg 103

3. Stucke, Kurt und Bayreuther, Helmut:
Die Chirurgie des Sägeunfalles
Hefte Unfallklinik 49, S.22 (1955)

4. Unfallstatistik der Fleischerei-Berufsgenossenschaft, Mainz, Dieter-von-Isenburgstraße 15,
1966-75

5. Geige, W.: Sägen im Zimmereibetrieb, Hochbau,
Mitteilungsblatt der Bayerischen Bau-Berufsgenossenschaft, 62.Jahrgang, Nr., S.122 ff.

6. Geldmacher, J: Handverletzungen am Arbeitsplatz
Mschs.Unfallheilkunde 71, 525 (1968)

7. Apitz, K.: Frg.Inn.Med. 62, 617-663 (1942)

8. Sandritter, W. u. Beneke, G.: Allgemeine Pathologie,
Lehrbuch für Studenten und Ärzte, S.370-372 (1974)

9. Staubesand, J., Andres K.H.:
Beobachtungen an durchtrennten Arterien
Arch.Kreisl.Forsch. 23, 241 - 271 (1955)

10. Haberer, H.V.: Diagnose und Behandlung der Gefäßverletzungen,
Münch.med.Wochz. 1918 I, 363

11. Bier, A.: Die Blutung und das Verhalten der Gefäße nach der von Esmarch'schen künstlichen Blutleere,
Zbl.Chir.1924 I,2.

12. Hahn, O.: Die Kriegsverletzungen der Blutgefäße,
Bruns Beitr. 124, 241 (1921)

13. Küttner und Baruch: Der traumatische segmentäre Gefäßkrampf,
Brun's Beitr. 120, 1 (1920)

14. Mueller, B.: Gerichtliche Medizin
Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953

15. Wildegans, H.: Vorgang der spontanen Blutstillung bei kriegsverletzten großen Arterien,
Chirurg 15, 33 - 38 (1943)

16. Ischiyama, J., Miake, K.: Über die Untersuchung einer zerschnittenen Leiche,
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 50, 592 - 598 (1960)

17. Bonte, W. und Mayer, R.: Analyse von Sägespuren bei krimineller Leichenzerstückelung,
Z.Rechtsmedizin 72, 180 - 193 (1973)

18. Himmelreich, A.: Kasuistische Mitteilungen,
Arch.Kriminolog.83, 227 - 260 (1928)

Lebenslauf

Am 7.November 1948 wurde ich als zweites Kind des Amtsarztes Dr.med.Erich Kasper und seiner Ehefrau, Hildegard Kasper, geb. Heublein, in Lohr/Main geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Lohr/Main und Altötting, dem Wohnort meiner Eltern, trat ich in das Humanistische Gymnasium in Burghausen ein, an dem ich 1968 das Abitur ablegte.
Im Herbst 1968 schrieb ich mich an der Universität München für das Fach Humanmedizin ein, legte nach zwei Semestern das Vorphysikum, nach weiteren drei das Physikum ab. Mein Medizinstudium schloß ich im Dezember 1974 mit der ärztlichen Prüfung ab.
In der Inneren Abteilung der Stiftsklinik Augustinum und in der II.Chirurgie des Schwabinger Krankenhauses leistete ich meine Medizinalassistenten-Zeit ab.

Seit Januar 1977 war ich als Truppenarzt in Landsberg bis August 1978 tätig.